

**ANNE KAROLINE GROTH**

**RETALHO PERFURANTE DA ARTÉRIA EPIGÁSTRICA  
PROFUNDA SUPERIOR: EFEITO DA  
VASCULARIZAÇÃO VENOSA AMPLIADA EM MODELO  
EXPERIMENTAL EM RATOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Clínica Cirúrgica .

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos L. Campos

Coordenador: Prof. Dr. Jorge Eduardo F. Matias

**CURITIBA**

**2005**

GROTH, Anne Karoline

Retalho perfurante da artéria epigástrica profunda superior – efeito da vascularização venosa ampliada em modelo experimental em ratos / Anne Karoline Groth . – Curitiba, 2005.

xiv, 71 f.

Dissertação (Mestrado em Clínica Cirúrgica) — Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Ligoeki Campos.

1. Retalhos Cirúrgicos. 2. Modelos Animais. 3. Ratos.  
4. Sobrevivência de Tecidos. I. Título

Aos meus pais, pela  
determinação e carinho.



## **AGRADECIMENTOS**

A elaboração deste trabalho só se tornou possível devido à colaboração de inúmeras pessoas. Nomear a todos seria impossível. No entanto, gostaria de registrar aquelas pessoas e/ou instituições que estiveram mais diretamente vinculadas à realização desta dissertação, aos quais agradeço:

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos L. Campos, Professor Titular do Departamento de Cirurgia, orientador desta dissertação, pela fundamental participação e dedicação; o que tornou possível a realização do trabalho e pela importante contribuição na minha formação profissional e acadêmica.

Ao Prof. Dr. Fernando Hintz Greca, orientador em meus primeiros passos na pesquisa e grande incentivador da minha carreira acadêmica.

Aos médicos dos Serviços de Cirurgia do Aparelho Digestivo da Universidade Federal do Paraná e Cirurgia Plástica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná pela amizade e incentivo recebidos durante minha formação profissional.

Ao Laboratório de Técnica Operatória da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e aos seus funcionários, Rosana Nunes Ferreira, Álvaro Gonçalves Machado, Daniel Fidler e Misael Gomes Barbosa, grandes amigos, sem os quais este projeto não teria sido concretizado.

Ao acadêmico de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Paraná Federal do Paraná, Ruy Fernando Caetano da Silva, pelo importante auxílio durante a fase experimental.

Aos amigos e colegas Paula Suzin Trubian, Alessandra Borges e Marcelo Ferreira pelas contribuições em várias fases deste trabalho.

À Luciano Busato, Andréa Groth Busato e Lucca Busato, pelo apoio e acolhimento.

À Margarete Buratto, que desde os primeiros passos esteve ao meu lado, e a quem devo muito do que aprendi.

À Dra. Carolina Gomes Gonçalves, pelo grande auxílio e incentivo em todas as fases deste trabalho.

À Emily Groth, irmã e sobretudo amiga, que em todos os momentos expressou muito mais do que incentivo, apoio e compreensão.

À Udolar Groth, meu pai, pela compreensão e amor incondicional.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realizar meus cursos de graduação e de pós-graduação.

À CAPES pelo incentivo à pesquisa em nosso país.

*“A sabedoria suprema é ter sonhos bastante grandes  
para não se perderem de vista enquanto os perseguimos”  
(William Faulkner)*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO.....	3
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. RETALHOS PERFURANTES.....	6
2.1.1. Definição.....	7
2.1.2. Nomenclatura.....	9
2.1.3. Retalho Perfurante da Artéria Epigástrica Inferior Profunda.....	10
2.1.4. Reconstrução de Mama.....	11
2.1.5. Outras Aplicações Clínicas.....	13
2.2. VASCULARIZAÇÃO AMPLIADA ARTERIAL E VENOSA.....	14
2.3. MODELOS EXPERIMENTAIS.....	16
2.3.1. Anatomia do Rato.....	16
2.3.2. Retalhos Perfurantes.....	18
2.3.3. Modelos de Vascularização Ampliada .....	20
2.4. FLUXO SANGÜÍNEO MEDIANTE FLUXOMETRIA POR <i>LASER-DOPPLER</i> .....	23
2.5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO RETALHO.....	24
2.5.1. Planimetria Digital.....	24
2.5.2. Determinação da Viabilidade mediante Peso da Área de Necrose e Área Viável.....	25



3.	<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	26
3.1.	AMOSTRA.....	27
3.2.	ANESTESIA.....	27
3.3.	PREPARO PRÉ-OPERATÓRIO.....	28
3.4.	PROCEDIMENTO CIRÚRGICO.....	29
3.4.1.	Grupo Controle.....	29
3.4.2.	Grupo Experimento.....	30
3.5.	PÓS-OPERATÓRIO.....	33
3.6.	FLUXO SANGÜÍNEO MEDIANTE FLUXOMETRIA POR <i>LASER-DOPPLER</i> .....	33
3.7.	AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA.....	34
3.7.1.	Planimetria Digital.....	34
3.7.2.	Determinação da Viabilidade mediante Peso da Área de Necrose e Área Viável.....	35
3.8.	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
3.8.1.	Fluxo Sangüíneo.....	36
3.8.2.	Viabilidade por Planimetria Digital.....	36
3.8.3.	Viabilidade mediante Peso da Área de Necrose e Área Viável .....	37
4.	<b>RESULTADOS</b> .....	38
4.1.	AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA DO RETALHO.....	39
4.1.1.	Grupo Controle.....	39
4.1.2.	Grupo Experimento.....	40
4.2.	AVALIAÇÃO DO FLUXO SANGÜÍNEO POR FLUXOMETRIA POR <i>LASER-DOPPLER</i> .....	41
4.3.	VIABILIDADE POR PLANIMETRIA DIGITAL.....	45
4.4.	VIABILIDADE MEDIANTE PESO DA ÁREA DE NECROSE E ÁREA VIÁVEL.....	45
4.5.	COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE	46

5.	<b>DISCUSSÃO</b> .....	48
5.1.	MODELO EXPERIMENTAL.....	49
5.1.1.	Animal.....	49
5.1.2.	Amostra.....	49
5.1.3.	Modelo de Retalho Perfurante.....	50
5.1.4.	Dimensões do Retalho Perfurante da Artéria Epigástrica Profunda.....	50
5.1.5.	Predominância Vascular.....	51
5.1.6.	Tempo de Observação do Retalho.....	52
5.2.	VASCULARIZAÇÃO AMPLIADA ARTERIAL E VENOSA.....	52
5.3.	FLUXO SANGÜÍNEO MEDIANTE FLUXOMETRIA POR <i>LASER-DOPPLER</i> .....	53
5.4.	AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO RETALHO.....	54
5.4.1.	Planimetria Digital e Peso.....	54
5.5.	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	56
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	57
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	59
	<b>ANEXO</b> .....	65

## **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1	VIABILIDADE DOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO DETERMINADA ATRAVÉS DA PLANIMETRIA DIGITAL.	42
GRÁFICO 2	VIABILIDADE DOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO AVALIADA MEDIANTE PESO	42
GRÁFICO 3	VIABILIDADE DO GRUPO CONTROLE AVALIADOS POR DOIS MÉTODOS DIFERENTES: PLANIMETRIA DIGITAL E MEDIANTE PESO DA ÁREA DE NECROSE E ÁREA VIÁVEL.	43
GRÁFICO 4	VIABILIDADE DO GRUPO EXPERIMENTO AVALIADO POR DOIS MÉTODOS DIFERENTES: PLANIMETRIA DIGITAL E MEDIANTE PESO	43
GRÁFICO 5	MÉDIA DE FLUXO EM CADA ZONA NO GRUPO CONTROLE E EXPERIMENTO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).	44
GRÁFICO 6	MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º. PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).	44
GRÁFICO 7	MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NA ZONA I NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO, DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º. PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).	44
GRÁFICO 8	MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NA ZONA II NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO, DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º. PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).	46
GRÁFICO 9	MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NA ZONA III NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO, DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º. PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).	47
GRÁFICO 10	MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NA ZONA IV NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO, DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º. PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).	47

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO PARA RATOS NUVILAB CR1® (NUVITAL).	66
TABELA 2	PESO DOS ANIMAIS (g).	66
TABELA 3	VALORES MÉDIOS DE FLUXO POR ZONA – CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL).	66
TABELA 4	VALORES DE FLUXO NO GRUPO CONTROLE EM ml/min/100g DE TECIDO.	67
TABELA 5	VALORES DE FLUXO NO GRUPO EXPERIMENTO EM ml/min/100g DE TECIDO.	68
TABELA 6	MÉDIA DE FLUXO NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO (ml/min/100g DE TECIDO).	69
TABELA 7	MÉDIA DE FLUXO NA ZONA I A CADA DIA - CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL).	69
TABELA 8	MÉDIA DE FLUXO NA ZONA II A CADA DIA - CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL).	69
TABELA 9	MÉDIA DE FLUXO NA ZONA III A CADA DIA - CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL).	70
TABELA 10	MÉDIA DE FLUXO NA ZONA IV A CADA DIA - CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL).	70
TABELA 11	VIABILIDADE NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO DETERMINADA POR PLANIMETRIA DIGITAL E MEDIANTE PESO DA ÁREA DE NECROSE E ÁREA VIÁVEL.	70
TABELA 12	GRUPO CONTROLE E EXPERIMENTO – COMPARAÇÃO DE MÉTODOS (PLANIMETRIA DIGITAL E MEDIANTE PESO DA ÁREA DE NECROSE E ÁREA VIÁVEL).	71

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	DESENHO ESQUEMÁTICO DOS DIFERENTES TIPOS DE VASOS PERFURANTES.	8
FIGURA 2	MARCAÇÃO DO RETALHO DA ARTÉRIA EPIGÁSTRICA PROFUNDA EM RATOS.	28
FIGURA 3	RETALHO ABDOMINAL ELEVADO BASEADO NOS VASOS PERFURANTES DA ARTÉRIA EPIGÁSTRICA PROFUNDA.	29
FIGURA 4	DESENHO ESQUEMÁTICO DO PROCEDIMENTO REALIZADO NO GRUPO CONTROLE.	30
FIGURA 5	DESENHO ESQUEMÁTICO DO PROCEDIMENTO REALIZADO NO GRUPO EXPERIMENTO.	31
FIGURA 6	RETALHO ELEVADO E MANTIDO PELO VASO PERFURANTE DA ARTÉRIA EPIGÁSTRICA PROFUNDA E VEIA EPIGÁSTRICA SUPERFICIAL INFERIOR.	31
FIGURA 7	ASPECTO PO IMEDIATO - RETALHO SUTURADO AO SEU LEITO ORIGINAL.	32
FIGURA 8	ZONAS DEMARCADAS NO RETALHO.	33
FIGURA 9	APARELHO DE FLUXOMETRIA POR <i>LASER-DOPPLER</i> UTILIZADO PARA AVALIAÇÃO DO FLUXO.	34
FIGURA 10	ESQUEMA DA DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE ATRAVÉS DO PESO.	35
FIGURA 11	ASPECTO 7º. PO DE RATOS DO GRUPO CONTROLE.	40
FIGURA 12	ASPECTO 7º. PO DE RATO DO GRUPO EXPERIMENTO.	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

C	- Grupo controle
E	- Grupo Experimento
d	- Dia
EP	- Erro-padrão
EUA	- Estados Unidos da América
<i>et al</i>	- e colaboradores
g	- Grama
M	- Média
min	- minuto
ml	- Mililitro
n	- Tamanho da amostra
nº	- Número
p	- Nível de significância estatística
PO	- Pós-operatório
vs.	- versus
° C	- Graus Celsius
=	- Igual a
±	- Mais ou menos
®	- Marca registrada
<	- Menor que
>	- Maior que
%	- Porcentagem
TRAM	-Retalho Musculocutâneo Transverso do Reto Abdominal
DIEP	-Retalho Perfurante da Artéria Epigástrica Inferior Profunda

## RESUMO

**Introdução:** Os retalhos perfurantes, baseados nas artérias perfurantes musculocutâneas, vêm sendo mais utilizados por apresentarem vantagens em relação ao retalho musculocutâneo. O retalho da artéria epigástrica inferior profunda (DIEP) foi considerado um grande avanço na reconstrução mamária autóloga, porém alguns estudos mostram menor viabilidade deste retalho, possivelmente por congestão venosa. A técnica de vascularização ampliada tem sido utilizada para aumentar a viabilidade de retalhos através do acréscimo de vasos, artérias ou veias, ao retalho. O objetivo do presente estudo é avaliar o efeito da vascularização venosa ampliada na viabilidade do retalho perfurante da artéria epigástrica profunda em ratos. **Material e Método:** Vinte ratos Wistar foram divididos em 2 grupos: grupo controle (C), no qual se realizou o retalho perfurante da artéria epigástrica profunda e grupo experimento (E), no qual se realizou o mesmo retalho e se manteve a veia epigástrica superficial inferior contralateral ao pedículo. Foi realizada determinação diária do fluxo sanguíneo por fluxometria por *laser-doppler* em quatro quadrantes do retalho previamente estabelecidos e a viabilidade foi determinada, no 7º pós-operatório, através de planimetria digital e da relação do peso da área viável/área necrosada. Os animais foram mortos no 7º pós-operatório. Análise estatística foi realizada por meio dos testes Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Adotou-se nível de significância estatística de 0,05. **Resultados:** Para os valores de fluxo adotou-se razão sobre o valor basal de fluxo, determinado após a incisão dos limites do retalho. A análise do fluxo sanguíneo demonstrou não haver diferença entre o grupo C e E nas médias de fluxo entre as zonas do retalho (Zona I:  $103,44 \pm 8,09$  vs.  $84,70 \pm 7,98$ ,  $p=0,114$ ) (Zona II:  $109,18 \pm 6,99$  vs.  $113,67 \pm 26,89$ ,  $p=0,401$ ) (Zona III:  $89,15 \pm 11,11$  vs.  $106,79 \pm 15,93$ ,  $p=0,599$ ) (Zona IV:  $104,43 \pm 11,50$  vs.  $124,90 \pm 23,17$ ,  $p=1,00$ ). Porém quando se verificaram as médias diárias de fluxo entre os grupos C e E observou-se diferença entre os grupos no 3º e 4º pós-operatório (3º PO:  $34,42 \pm 2,33$  vs.  $53,32 \pm 3,20$ ,  $p=0,0011$ ) (4º PO:  $48,30 \pm 2,98$  vs.  $62,94 \pm 2,60$ ). Na comparação entre as zonas do retalho foi encontrada diferença significativa entre os grupos C e experimento E na Zona I (Dia 1:  $104,72 \pm 12,21$  vs.  $69,49 \pm 8,50$ ,  $p=0,0175$  e dia 6:  $116,41 \pm 15,63$  vs.  $74,65 \pm 8,02$ ,  $p=0,031$ ), zona III (dia 4:  $85,63 \pm 13,07$  vs.  $135,55 \pm 24,04$ ,  $p=0,0395$ ) e zona IV (dia 3:  $58,47 \pm 3,35$  vs.  $120,91$ ,  $p=0,0026$  e dia 5:  $76,26 \pm 0,58$  vs.  $110,35 \pm 11,04$ ,  $p=0,0131$ ). A viabilidade do grupo E foi superior do que no grupo C quando determinada por planimetria digital ( $97,38\% \pm 1,32\%$  vs.  $44,13\% \pm 4,83\%$ ,  $p=0,0006$ ). Também houve superioridade do grupo E sobre o grupo C na determinação da viabilidade através da relação de peso da área necrosada e área viável ( $91,81\% \pm 4,33\%$  vs.  $53,71\% \pm 8,99\%$ ,  $p=0,0043$ ). **Conclusão:** Este estudo demonstra com sucesso que há um aumento da viabilidade do retalho perfurante da artéria epigástrica profunda em ratos submetidos à vascularização venosa ampliada.

## DESCRIPTORIOS

Retalhos cirúrgicos; Ratos; Sobrevivência de Tecidos; Modelos Animais; Fluxometria por *Laser-Doppler*

## ABSTRACT

**Background:** Perforator flaps, nourished by musculocutaneous perforator vessels, have gained popularity and demonstrate numerous advantages over the conventional myocutaneous flaps. The deep inferior epigastric perforator flap (DIEP) is considered an improved method of autologous tissue breast reconstruction, although some studies have shown decreased viability in such flap, possibly due to venous congestion. Supercharging technique is used to increase flap viability by adding arteries or veins to the flap. The aim of the present study is to evaluate the effects of venous supercharging in deep inferior epigastric artery perforator flap in rats. **Material and Method:** 20 Wistar rats were randomized in 2 groups: control group (C), all had flaps raised based on the deep inferior epigastric perforator vessels (DIEP), and experimental group (E), which was identical to group C, except that the contralateral superficial inferior epigastric vein was also kept with the flap. Flow studies using laser Doppler flowmetry were performed daily in the four zones of the flap. On the 7th postoperative day rats were killed and flap survival was determined by using digital planimetry and weight ratio. Data analysis was performed using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests. Statistical significance was determined as 0,05. **Results:** Flow values were presented as a percentage of the baseline flow after incision of the flap edges. Despite an apparent variation in blood flow analysis between groups C and E in the different zones of the flap, this was found not to be statistically significant (Zone I:  $103,44 \pm 8,09$  vs.  $84,70 \pm 7,98$ ,  $p=0,114$ ) (Zone II:  $109,18 \pm 6,99$  vs.  $113,67 \pm 26,89$ ,  $p=0,401$ ) (Zone III:  $89,15 \pm 11,11$  vs.  $106,79 \pm 15,93$ ,  $p=0,599$ ) (Zone IV:  $104,43 \pm 11,50$  vs.  $124,90 \pm 23,17$ ,  $p=1,00$ ). Nevertheless, in the analysis of the mean daily blood flow between groups, there was statistically significant difference between the groups on the 3rd. and 4th postoperative days (PO) (3rd PO:  $34,42 \pm 2,33$  vs.  $53,32 \pm 3,20$ ,  $p=0,0011$ ) (4th PO:  $48,30 \pm 2,98$  vs.  $62,94 \pm 2,60$ ). When comparing individually the different zones of the flap on a daily based analysis, there was also statistically significant difference between groups C and E in Zone I (Day 1:  $104,72 \pm 12,21$  vs.  $69,49 \pm 8,50$ ,  $p=0,0175$  and day 6:  $116,41 \pm 15,63$  vs.  $74,65 \pm 8,02$ ,  $p=0,031$ ), Zone III (day 4:  $85,63 \pm 13,07$  vs.  $135,55 \pm 24,04$ ,  $p=0,0395$ ), and Zone IV (day 3:  $58,47 \pm 3,35$  vs.  $120,91$ ,  $p=0,0026$  and day 5:  $76,26 \pm 0,58$  vs.  $110,35 \pm 11,04$ ,  $p=0,0131$ ). The surviving flap area was demonstrated as a percentage of the total flap area. Evaluation by digital planimetry showed that flap survival in group E was higher than in group C ( $97,38\% \pm 1,32\%$  vs.  $44,13\% \pm 4,83\%$ ,  $p=0,0006$ ). The analysis with weight ratio also demonstrated higher flap survival in group C compared to group E ( $91,81\% \pm 4,33\%$  vs.  $53,71\% \pm 8,99\%$ ,  $p=0,0043$ ). **Conclusion:** This study shows that venous supercharging of the rat deep epigastric artery perforator flap results in greater flap survival.

## KEY-WORDS

Surgical flaps; Rats; Tissue Survival; Animal Model; Laser-Doppler Flowmetry



## **1. INTRODUÇÃO**

## INTRODUÇÃO

A história da Cirurgia Plástica confunde-se com a da evolução dos retalhos. Inicialmente utilizavam-se os retalhos ao acaso, e acreditava-se que relações pré-determinadas de largura/comprimento determinavam a viabilidade do mesmo. Estes conceitos foram derrubados com o desenvolvimento dos retalhos axiais. Nestes retalhos uma artéria específica foi incluída no seu pedículo, e a viabilidade destes retalhos aumentou substancialmente.

MATHES e NAHAI (1981), em estudo clássico, impulsionaram a utilização de músculos como retalhos, após detalhada descrição dos tipos de vascularização muscular. A grande vantagem do retalho muscular é a ampla vascularização do músculo que confere a estes retalhos maior confiabilidade e uma capacidade de tratar grandes defeitos.

Foi então que KOSHIMA e SOEDA (1989) introduziram novo conceito: um retalho com as mesmas vantagens dos retalhos musculares, porém sem as desagradáveis desvantagens relacionadas à morbidade na área doadora. Este conceito deu origem aos retalhos perfurantes. O primeiro retalho perfurante foi descrito por KOSHIMA e SOEDA (1989), e era baseado nas artérias perfurantes musculocutâneas, composto exclusivamente de pele e tecido gorduroso periumbilical, mostrando que a preservação do músculo reto abdominal era possível se as artérias perfurantes fossem preservadas.

Após o primeiro relato do retalho perfurante, inúmeros trabalhos descreveram a utilização deste tipo de retalhos nas mais variadas indicações, como reconstrução de membros inferiores e superiores, mamoplastia de aumento e reconstrução de cabeça e pescoço. Mas foram ALLEN e TREECE (1994) que primeiro utilizaram os retalhos perfurantes para a reconstrução mamária. Até então, o retalho musculocutâneo transverso do músculo reto abdominal (TRAM), era a primeira opção para a reconstrução de mama autóloga (HARTRAMPF, SCHEFLAN e BLACK, 1982).

Os resultados promissores obtidos por vários autores utilizando retalhos perfurantes os tornaram opção importante, primeira opção para alguns, na reconstrução

mamária (GILL, HUNT, GUERRA, DELLACROCE, SULLIVAN, BORASKI, METZINGER, DUPIN e ALLEN, 2004). À medida que séries clínicas foram publicadas relatando a experiência com retalhos perfurantes para reconstrução mamária, confirmaram-se os benefícios em relação à morbidade da área doadora, especialmente na preservação da força abdominal, e menor índice de hérnias e abaulamentos abdominais (GILL *et al.*, 2004).

No entanto vários relatos de perda parcial do retalho, especialmente na área mais distal ao pedículo, foram relatados. A hipótese levantada foi que os retalhos perfurantes, por apresentarem menor drenagem venosa, estariam mais sujeitos à congestão venosa (TUTOR, AUBA, BENITO, RABAGO e KREUTLER, 2002).

Tentativas de diminuir o risco de perda destes retalhos levaram ao desenvolvimento da técnica de vascularização ampliada, na qual além do pedículo do retalho, artérias ou veias são adicionadas ao retalho para aumentar o fluxo arterial ou o retorno venoso. Esta técnica já havia sido descrita para casos de retalhos TRAM sob risco de necrose (PERNIA, MILLER, SALTZ e VASCONEZ, 1991).

Os retalhos perfurantes apresentam vantagens sobre os retalhos musculares, mas é fundamental que o risco de necrose destes retalhos seja diminuído para que se justifique a eleição destes retalhos como opção de escolha em inúmeras situações clínicas, inclusive na reconstrução de mama.

A hipótese de que a realização de um aumento na drenagem venosa de retalhos perfurantes – vascularização venosa ampliada - tem influência na viabilidade destes retalhos foi testada.

## 1.1 OBJETIVOS

Este estudo tem por objetivo analisar o efeito do aumento da drenagem venosa no retalho perfurante da artéria epigástrica inferior profunda em ratos, mediante os seguintes parâmetros:

### 1. Determinação da Viabilidade:

- Planimetria digital

- Relação peso da área viável e área de necrose do retalho

2. Fluxo sanguíneo mediante fluxometria por *laser-doppler*

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

## REVISÃO DA LITERATURA

A presente revisão da literatura foi dividida didaticamente nos seguintes aspectos: retalhos perfurantes, modelos experimentais (anatomia do rato, retalhos perfurantes, métodos de vascularização ampliada), determinação de fluxo sanguíneo por fluxometria por *laser-doppler* e métodos de avaliação da viabilidade do retalho.

### 2.1. RETALHOS PERFURANTES

Na busca contínua por melhores resultados em Cirurgia Plástica, inúmeros retalhos foram desenvolvidos. Inicialmente pouco se conhecia sobre o padrão de distribuição do fluxo sanguíneo e os retalhos eram realizados de acordo com relações pré-estabelecidas de largura/comprimento. Estes conceitos foram revistos após a descrição de retalhos axiais, como o retalho inguinal e o deltopeitoral, que se baseiam em vaso axial específico.

Os retalhos musculocutâneos ganharam popularidade na década de 80. MATHES e NAHAI (1981) realizaram minucioso estudo sobre o padrão vascular de vários músculos, e propuseram uma classificação que ainda hoje é utilizada. Os retalhos musculares apresentam fluxo sanguíneo seguro, ampla possibilidade de utilização, e volume suficiente para preenchimento de defeitos tridimensionais.

KROLL e ROSENFELD (1988) sugeriram que retalhos perfurantes apresentam as mesmas vantagens dos retalhos musculocutâneos, combinada à menor morbidade da área doadora dos retalhos cutâneos.

Os retalhos perfurantes podem ser considerados a evolução dos retalhos musculocutâneos e fasciocutâneos. KOSHIMA e SOEDA descreveram e publicaram em 1989 retalho cutâneo baseado na artéria epigástrica inferior profunda no qual o músculo reto abdominal foi preservado. Com isso demonstrou-se que não há necessidade do sacrifício de um músculo ou da inclusão dos plexos fasciais se for realizada dissecação cuidadosa dos vasos perfurantes musculocutâneos.

GEDDES, MORRIS e NELIGAN (2003) descreveram desvantagens do retalho perfurante, que são relacionadas à dificuldade na dissecação de pequenos vasos perfurantes através do músculo. Outra desvantagem descrita pelos autores se trata da variabilidade anatômica na posição e calibre dos vasos perfurantes. Por isso o mapeamento com *doppler* é realizado de rotina nestes pacientes.

#### 2.1.1. Definição

KOSHIMA e SOEDA (1989) foram os primeiros a usar a terminologia retalhos perfurantes. Os autores realizaram retalho de gordura e pele periumbilical baseado em vaso perfurante muscular para reconstruir a língua e a região inguinal.

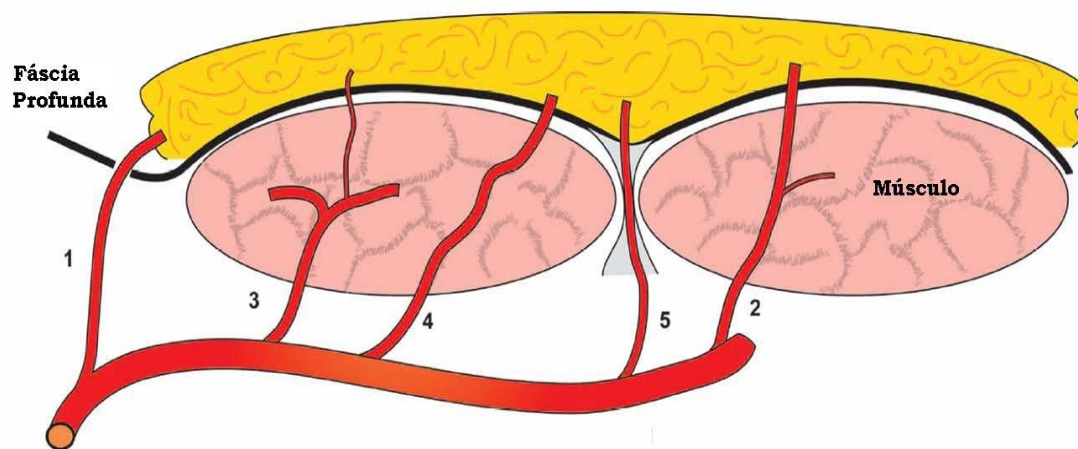
ALLEN e TREECE (1994) utilizaram o retalho descrito por KOSHIMA e SOEDA para reconstrução mamária e o denominaram retalho perfurante da artéria epigástrica inferior profunda - DIEP.

WEI, JAIN, SUOMINEN e CHEN (2001) tratam de definições sobre vasos perfurantes e retalhos perfurantes. Os autores propõem que se considere um retalho perfurante apenas aquele que cujo vaso nutridor penetra o músculo, atravessa a fáscia e atinge a pele. Não consideram retalhos perfurantes aqueles que são nutridos por vaso perfurante septal.

BLONDEEL, VAN LANDUYT, MONSTREY, HAMDI, MATTON, ALLEN, DUPIN, FELLER, KOSHIMA, KOSTAKOGLU e WEI (2003b) buscam consenso na definição do retalho perfurante. O vaso perfurante é um vaso que tem origem em um vaso axial do corpo e que atravessa alguma estrutura até atingir a camada de gordura subcutânea. A maneira pela qual estes vasos atravessam as estruturas até atingir a gordura subcutânea diferencia estes vasos em cinco tipos. Perfurantes diretas atravessam somente a fáscia profunda; perfurantes musculares indiretas suprem predominantemente a gordura subcutânea; perfurantes musculares indiretas suprem predominantemente o músculo, mas possuem ramos secundários para a gordura subcutânea; perfurantes indiretas percorrem o perimísio até atravessar a fáscia

profunda; e perfurantes indiretas percorrem o septo intermuscular antes de atravessar a fáscia profunda.

FIGURA 1-DESENHO ESQUEMÁTICO DOS DIFERENTES TIPOS DE VASOS PERFURANTES. 1, PERFURANTE DIRETA PERFURANDO APENAS A FÁSCIA. 2, PERFURANTE INDIRETA QUE SUPRE PREDOMINANTEMENTE A GORDURA SUBCUTÂNEA. 3, PERFURANTE INDIRETA QUE SUPRE PREDOMINANTEMENTE O MÚSCULO, MAS POSSUE RAMOS SECUNDÁRIO PARA A GORDURA SUBCUTÂNEA. 4, PERFURANTES INDIRETAS PERIMISIAIS QUE PERCORREM O PERIMÍSIO ATÉ ATRAVESSAR A FÁSCIA PROFUNDA. 5, PERFURANTES INDIRETAS QUE PERCORREM O SEPTO INTERMUSCULAR ANTES DE ATRAVESSAR A FÁSCIA PROFUNDA



As seguintes definições foram propostas no consenso de Gent:

- Retalho perfurante é um retalho composto de pele e gordura subcutânea. Os vasos que nutrem o retalho são perfurantes isoladas. Estas perfurantes podem passar através ou entre tecidos profundos (geralmente músculo)
- Vaso perfurante muscular é um vaso que atravessa o músculo para suprir a pele sobrejacente.
- Vaso perfurante septal é um vaso que percorre somente o septo para suprir a pele sobrejacente.
- Retalho vascularizado por vaso perfurante muscular é denominado retalho perfurante muscular
- Retalho vascularizado por vaso perfurante septal é denominado retalho perfurante septal.



### 2.1.2. Nomenclatura

Existe bastante confusão a respeito da nomenclatura dos retalhos perfurantes. Na descrição de KOSHIMA e SOEDA, os autores denominaram o retalho “retalho cutâneo da artéria epigástrica inferior profunda sem o músculo reto abdominal”. ALLEN e TREECE (1994) descreveram o retalho como “retalho da artéria epigástrica inferior profunda – DIEP”. ANGRIGIANI, GRILLI e SIEBERT (1995) descreveram o “retalho do musculocutâneo do grande dorsal sem o músculo” em estudo cadavérico e em cinco casos clínicos.

Como se pode perceber não havia nenhum tipo de consistência na nomenclatura destes retalhos. Com o passar do tempo inúmeros retalhos foram descritos na literatura como retalhos perfurantes, porém se tratavam de retalhos cutâneos, e a terminologia tornou-se progressivamente mais confusa.

Com o objetivo de diminuir a confusão a respeito destes retalhos, várias tentativas de normatização foram realizadas. BLONDEEL, VAN LANDUYT, HAMDI e MONSTREY (2003a) descreveram as determinações do Sexto Curso Internacional de Retalhos Perfurantes sobre a terminologia destes retalhos, porém a classificação permaneceu complicada.

Outros autores propuseram classificações diferentes para este grupo de retalhos. Alguns utilizam o músculo de origem (p.ex. retalho perfurante do músculo gastrocnêmio), a localização topográfica do retalho (p.ex. retalho anterolateral da coxa) e ainda a artéria que supre o retalho. GEDDES *et al.* (2003) propõem uma classificação de acordo com a artéria do retalho associado ao músculo de origem.

A controvérsia diminuiu após a publicação de BLONDEEL *et al.* (2003b) que reunidos em Gent estabeleceram algumas diretrizes na nomenclatura destes retalhos. Definiu-se que retalho perfurante deve ser nomeado por sua artéria nutridora e não pelo músculo subjacente. Se houver potencial de elevação de mais de um retalho pelo mesmo vaso, o retalho deve ser nomeado baseado na sua região anatômica ou músculo.

Embora o consenso de Gent tenha simplificado a classificação destes retalhos, HALLOCK (2003) comparou os vários sistemas de nomenclatura de retalhos perfurantes: Consenso de Gent, Sistema Coreano e Versão Canadense. Estes sistemas diferem entre si pela utilização do vaso nutridor ou do músculo subjacente para a denominação do retalho. Por fim sugeriu uma nova nomenclatura baseada tanto no vaso nutridor quanto no músculo utilizado.

A criação de um sistema de nomenclatura consistente e simples é essencial para eliminar a confusão criada na literatura médica e permitir maior desenvolvimento destes retalhos (HALLOCK, 2003; WEI *et al.*, 2001).

### 2.1.3. Retalho Perfurante da Artéria Epigástrica Inferior Profunda

KOSHIMA e SOEDA (1989) descreveram um retalho de gordura e pele periumbilical baseado em vaso perfurante muscular para reconstrução de língua e a região inguinal. Observaram que este retalho era mais fino do que o retalho musculocutâneo já que não incorporava o músculo reto abdominal ao retalho, sendo melhor em casos em que o excesso de volume do retalho seria inconveniente. Descrevem como possível desvantagem a grande variabilidade anatômica dos vasos perfurantes e a dificuldade técnica da dissecação intramuscular destes vasos deste retalho que seria o precursor do retalho DIEP.

ITOH e ARAI (1993) realizaram estudo anatômico do retalho perfurante da artéria epigástrica inferior profunda por terem encontrado dificuldade na dissecação deste retalho devido à variabilidade anatômica dos vasos perfurantes. Trinta e quatro músculos retos abdominais foram estudados em dezessete cadáveres. Concluíram que os vasos epigástricos inferiores profundos se bifurcam em 82% dos casos, que o ramo lateral é mais calibroso e predominante em 88% dos casos e que existe em média 6,5 vasos perfurantes maiores que 0,5 mm na bainha anterior do músculo reto abdominal.

O procedimento de elevação do retalho DIEP envolve a dissecação dos vasos perfurantes da artéria epigástrica inferior profunda, com a inclusão de uma, duas ou

três perfurantes no retalho, o qual é composto por pele e gordura subcutânea (ALLEN, DUPIN e DELLACROCE, 2000).

#### 2.1.4. Reconstrução de Mama

Câncer de mama afeta uma em cada nove mulheres, e corresponde a um terço de todos os novos cânceres a cada ano. É a segunda causa de mortes por câncer em mulheres, atrás apenas do câncer de pulmão, porém é a maior causa de morte por câncer em mulheres entre 20 e 59 anos (UROSKIE e COLEN, 2004).

Ao longo dos anos houve várias modificações nas técnicas de reconstrução mamária. Mais comumente se utiliza expansores e próteses de silicone, por ser procedimento mais simples e não resultar em cicatrizes na área doadora. Porém existem várias limitações da técnica, como o uso de radioterapia pré ou pós-operatória e a necessidade de recrutamento de grandes áreas de pele. Estas limitações levaram ao desenvolvimento de técnicas de reconstrução mamária autóloga, principalmente o retalho musculocutâneo transversal do abdome (TRAM). Este retalho foi por muito tempo a melhor opção para reconstrução mamária autóloga, até a descrição, em 1989, do retalho perfurante paraumbilical por KOSHIMA e SOEDA.

A grande vantagem do retalho DIEP é a preservação da integridade da parede abdominal, quando comparada ao retalho TRAM. NAHABEDIAN e MANSON (2002) realizaram estudo sobre anormalidades no contorno abdominal em pacientes submetidas a retalhos TRAM. Concluíram que paciente submetidas a retalho TRAM bilateral e com cicatriz na linha média prévia são mais suscetíveis à anormalidade do contorno abdominal. Determinaram ainda que abaulamento em abdome inferior é a anormalidade mais frequente (NAHABEDIAN, DOOLEY, SINGH e MANSON, 2002).

LEE, LIM, TAN, BALIARSING, IAU, TAN e LIM (2004) realizaram estudo sobre a morfologia do músculo reto abdominal em catorze pacientes após a realização do retalho DIEP. Compararam com um grupo de pacientes que não foi submetido à

dissecção dos vasos perfurantes. Concluíram que todos os músculos do grupo controle e estudo tiveram sua contratilidade preservada.

ALLEN e TREECE (1994) foram os primeiros a introduzir os retalhos perfurantes na reconstrução mamária. Atualmente a maior utilização clínica dos retalhos perfurantes é na reconstrução mamária.

GILL *et al.* (2004) descreveram a maior série de reconstrução mamária utilizando o retalho DIEP. Foram realizados setecentos e cinquenta e oito casos de retalho DIEP para reconstrução de mama num período de dez anos. Noventa e oito retalhos desenvolveram necrose gordurosa. Houve dezenove casos de perda parcial do retalho e quatro casos de perda total do retalho. Reafirmaram sua preferência pelo retalho DIEP como primeira opção na reconstrução de mama autóloga após uma década de experiência com o procedimento.

NAHABEDIAN, MOMEN, GALDINO e MANSON (2002) compararam em uma série clínica os resultados dos retalhos TRAM e DIEP. Realizaram cento e sessenta e três retalhos TRAM e vinte retalhos DIEP. Observaram necrose total em ambos os grupos, de 3,5% do grupo do retalho TRAM e 5% no grupo do retalho DIEP. Não observaram diferenças no padrão de retorno venoso entre os grupos.

HAMDI, BLONDEEL, VAN LANDUYT, TONDU e MONSTREY (2004) descreveram o uso do retalho DIEP e do retalho perfurante da artéria glútea superior (SGAP) para reconstrução bilateral de mama. Cinquenta e três pacientes foram submetidas a este procedimento, trombose venosa ocorreu em três casos e perda total do retalho ocorreu em dois casos.

A falta de vasos receptores adequados pode atrapalhar a reconstrução de mama microcirúrgica, como em pacientes submetidas a mastectomia prévia e radioterapia. MEHRARA, SANTORO, SMITH, ARCILLA, WATSON, SHAW e DA LIO (2003) descreveram vias de drenagem venosa alternativa na reconstrução mamária autóloga com retalhos microcirúrgicos. Revisaram mil duzentas e setenta e oito reconstruções de mama microcirúrgicas num período de dez anos. Desta casuística, vinte e três casos necessitaram enxerto de veia jugular externa, pela diferença de calibre e para

salvamento de retalhos, ocorrendo perda total do retalho em três casos. Em onze casos utilizou-se a veia cefálica e dois retalhos tiveram perda total.

MUNHOZ, ISHIDA, MONTAG, STURTZ, SAITO, RODRIGUES, GEMPERLI e FERREIRA (2004) descreveram um refinamento na reconstrução mamária com retalhos perfurantes. Utilizaram vasos perfurantes dos vasos mamários internos como vasos receptores do retalho DIEP para reconstrução mamária. Realizaram trinta e oito retalhos DIEP e a anastomose nos vasos perfurantes dos vasos mamários internos em treze casos. O benefício desta técnica é a maior compatibilidade no diâmetro dos vasos perfurantes da epigástrica inferior profunda e da mamária interna, além de poupar a artéria mamária interna que pode ser necessária no caso de necessidade de revascularização miocárdica.

ALLEN e HEITLAND (2002) descreveram o retalho da artéria epigástrica inferior superficial (SIEA) para reconstrução mamária. Após estudo de cem cadáveres, observaram consistência dos vasos epigástricos inferiores superficiais em 72% dos casos. Realizaram setenta reconstruções mamárias com o retalho SIEA. Os autores consideram o retalho SIEA ideal para reconstrução mamária, por causar mínima morbidade à parede abdominal, sendo primeira opção em pacientes sem cirurgia prévia abdominal.

CHEVRAY (2004) realizou estudo sobre a confiabilidade do retalho SIEA, uma vez que teoricamente o retalho SIEA é o retalho ideal para a reconstrução de mama, porém é raramente utilizado. Comparou os retalhos SIEA, TRAM e DIEP. Realizou quarenta e sete reconstruções de mama, sendo catorze retalhos SIEA. Houve uma perda total do retalho por trombose. As desvantagens do retalho são pedículo mais curto e de menor calibre. Em pacientes selecionados o retalho SIEA apresenta vantagens sobre os retalhos TRAM e DIEP.

#### 2.1.5. Outras Aplicações Clínicas

ALLEN e HEITLAND (2003) descreveram mamoplastia de aumento utilizando retalhos perfurantes. Realizaram vinte mamoplastias de aumento, sendo nove retalhos

DIEP, oito retalhos perfurantes da artéria glútea superior (SGAP) e três retalhos SIEA. Não houve complicações. Os autores defendem a utilização da mamoplastia de aumento autóloga, por não empregar corpo estranho e evitar todas as complicações relativas ao implante de silicone, além de obter aspecto mais natural.

Os retalhos perfurantes também têm importância na reconstrução de membro inferior. KOSHIMA, NANBA, TSUTSUI, TAKAHASHI e ITOH (2002) descreveram sua experiência em reconstrução de membro inferior. Descreveram alguns retalhos úteis na reconstrução de membro inferior, como: retalho perfurante da artéria tibial posterior, retalho safeno; retalho perfurante maleolar. Além disso, descreveram a utilização de retalhos livres perfurantes com resultados encorajadores.

VAN LANDUYT, BLONDEEL, HAMDI, TONNARD, VERPAELE e MONSTREY (2005) descreveram a utilização do retalho DIEP na reconstrução de membros inferiores, e incluíram a utilização deste retalho no repertório de opções na reconstrução de membro inferior.

Os retalhos perfurantes também encontraram aplicação na reconstrução de membro superior. HAMDI, VAN LANDUYT, MONSTREY e BLONDEEL (2004) descreveram série de doze casos em que retalhos perfurantes foram utilizados. Cobertura adequada foi conseguida em todos os pacientes.

VAN LANDUYT, HAMDI, BLONDEEL, TONNARD, VERPAELE e MONSTREY (2005) relataram sua experiência no uso de retalhos perfurantes em crianças. Foram vinte e três retalhos perfurantes em vinte crianças, dezessete delas apresentavam lesões de membro inferior e três de membro superior. Houve perda total de um retalho. Retalho perfurante é opção preferida dos autores em casos de cirurgia reconstrutora em crianças.

## 2.2. VASCULARIZAÇÃO AMPLIADA ARTERIAL E VENOSA

Vascularização ampliada é o aumento da vascularização de um retalho, podendo ser uma veia adicional para a drenagem do retalho “*supercharging*” venoso

ou o acréscimo de uma artéria nutridora “*supercharging*” arterial, ou ainda pode-se utilizar tanto a veia quanto a artéria.

PERNIA, MILLER, SALTZ e VASCONEZ (1991) foram os primeiros a descrever a técnica de vascularização ampliada para a cobertura de defeitos mediastinais extensos, com anastomose dos vasos epigástricos inferiores na região cervical.

HALLOCK e ALTOBELLI (1992) descreveram a utilização da fluxometria por *laser-doppler* na determinação da necessidade de realização de vascularização ampliada em retalhos TRAM com potencial risco de necrose. Foram realizadas medidas de fluxo em dezesseis retalhos, e dois retalhos foram identificados com risco de necrose, os quais foram submetidos à técnica de vascularização venosa ampliada, obtendo-se viabilidade total do retalho.

DUARTE, JEZIOROWSKI, FORTE, GRILLO, FREITAS e BITTENCOURT (2000) descreveram série de trinta e duas pacientes submetidas a retalho TRAM para reconstrução de mama em que foi utilizada técnica de vascularização ampliada venosa e arterial para aumento da viabilidade do retalho.

WECHSELBERGER, SCHOELLER, BAUER, NINKOVIC e OTTO (2001) descreveram técnica de vascularização venosa ampliada em pacientes submetidas a retalho DIEP para reconstrução mamária. Foram trinta e sete reconstruções em trinta e quatro pacientes. Os autores observaram três casos de congestão venosa, e nestes casos foi realizada técnica de vascularização venosa ampliada utilizando o sistema venoso superficial com recuperação total dos retalhos em risco por congestão venosa. Os autores sugeriram que a veia epigástrica superficial seja dissecada durante a dissecação do retalho e mantida para que possa ser utilizada como retorno venoso adicional se necessário.

CHENG, ROBLES, GOZEL ULUSAL e WEI (2005) realizaram setenta e quatro retalhos DIEP para reconstrução mamária entre 2000 e 2002. Utilizaram a zona IV em todos os casos e encontraram 1,4% de congestão venosa, 2,7% de perda parcial do retalho e 13,5% de necrose gordurosa. Ainda assim recomendaram a utilização da zona IV do retalho DIEP na moldagem do retalho.

TUTOR *et al.* (2002) enfatizaram as vantagens do retalho DIEP sobre o TRAM, como a menor morbidade da área doadora, preservação da função da parede abdominal e menor dor pós-operatória. Entretanto observaram alguns casos de perda do retalho por congestão venosa, possivelmente devido ao fato da drenagem venosa ser menos robusta no DIEP comparada ao TRAM. Vários métodos para alcançar melhor retorno venoso foram descritos, entre eles a preservação da veia epigástrica superficial inferior durante a dissecação do retalho com anastomose à veia toracodorsal, cefálica, torácica lateral, mamária interna ou intercostal. Os autores preconizam a dissecação da veia epigástrica superficial inferior sempre que a artéria mamária interna seja utilizada. Os autores recomendam que a veia intercostal seja dissecada e anastomosada à veia epigástrica profunda inferior.

## 2.3. MODELOS EXPERIMENTAIS

### 2.3.1. Anatomia do Rato

O clássico estudo de TAYLOR e MINABE (1992) analisou a vascularização da pele e tecidos profundos de inúmeros mamíferos e outros vertebrados. Os animais estudados foram o porco, macaco, cão gato, gambá, cobaia, rato, coelho, pato e sapo. Além de descrever a arquitetura vascular destes animais, os autores compararam os achados de cada animal entre si e aos estudos realizados previamente em humanos. O estudo utilizou dissecação, contagem de vasos perfurantes, fotografias e radiografias. O conceito de angiossomo – blocos compostos de tecidos supridos pelo mesmo vaso – foi confirmado por este estudo. Os estudos realizados em ratos demonstraram que existem várias perfurantes de grande calibre no tronco, suprimindo cada angiossomo. Dois destes vasos emanam da região inguinal e quadril, dois outros vasos emanam da região do ombro e o território dos vasos intercostais posteriores é suprido predominantemente por um vaso único. As conclusões deste estudo mostram que a rede vascular humana é similar à do macaco, com algumas semelhanças com o cão, gato e gambá e diferente do rato, cobaia e coelho.



TAYLOR e MINABE (1992) descreveram também a anatomia do músculo reto abdominal, com sua origem no manúbrio esternal e cartilagens esternocostais. Logo acima da pelve o músculo divide-se em duas partes para se inserir na sínfise púbica. Ele está intimamente unido ao músculo oblíquo externo, que forma a camada externa da bainha do reto. Descreveram ainda a existência de uma vascularização dupla, assim como nos humanos. Porém no rato a artéria epigástrica superior profunda, ramo terminal da artéria mamária interna, corre na parede posterior do músculo e termina na altura do umbigo, anastomosado a ramos da artéria circunflexa ilíaca profunda, já que a artéria epigástrica inferior profunda, ramo do tronco podendo epigástrico, é de pequeno calibre ou apenas vestigial.

Com o objetivo de estudar a anatomia e fisiologia do músculo reto abdominal em ratos, HALLOCK e RICE (1995) realizaram estudo em ratos Sprague-Dawley. Dissecções anatômicas em 13 ratos demonstraram que o vaso principal para o músculo reto abdominal é a artéria epigástrica superior, ramo terminal da artéria mamária interna. Existe uma média de  $4,7 \pm 0,97$  perfurantes saindo da artéria epigástrica superior profunda a intervalos constantes de um cm, perfurando a fáscia do músculo reto abdominal e irrigando o panículo carnosos sobrejacente. Estas perfurantes fazem anastomoses com as perfurantes do músculo reto abdominal contralateral; os ramos cutâneos da artéria torácica longa e artéria mamária interna superiormente; os ramos lateral e medial da artéria epigástrica superficial inferior e lateralmente. Além disso, os autores realizaram retalhos transversos do músculo reto abdominal (TRAM) nestes animais e determinaram fluxo sanguíneo, com fluxometria por *laser-doppler*, no pedículo superior e pedículo inferior, encontrando superioridade da artéria epigástrica cranial profunda como pedículo dominante do retalho TRAM em ratos.

PETRY e WORTHAM (1984) estudaram a anatomia do retalho epigástrico no rato. Analisaram 10 ratos e concluíram que o padrão vascular dos vasos epigástricos superficiais se mantinha constante, com o tronco principal dos vasos epigástricos superficiais se dividindo em um ramo medial de pequeno calibre que se anastomosa com um ramo dos vasos mamários internos. O tronco dos vasos epigástricos

superficiais se direciona lateralmente ao ponto médio lateral do rato e cefalicamente, e anastomosa-se com os vasos torácicos laterais.

SANO, HALLOCK e RICE (2002) descreveram os sistemas vasculares superficial e profundo da parede abdominal, em um estudo de autonomização de retalho TRAM em ratos. Neste estudo os sistemas vasculares superficial, que consiste dos vasos epigástricos superficiais, e o sistema vascular profundo, que consiste principalmente da artéria epigástrica superior profunda e, em menor grau, da artéria epigástrica inferior profunda. Para melhor simular o retalho TRAM em humanos, os retalhos foram elevados sobre seus pedículos não-dominantes, os vasos epigástricos inferiores. Os autores dividiram aleatoriamente os animais em sete grupos, com base no tipo de autonomização realizada, unilateral ou bilateral no sistema vascular superficial ou profundo. Concluíram que a autonomização unilateral deste retalho em ratos é suficiente, se realizada ipsilateral no sistema vascular profundo ou contralateral no sistema vascular superficial, não há benefício no sacrifício de mais vasos para aumento da viabilidade.

### 2.3.2. Retalhos Perfurantes

OKSAR, COSKUNFIRAT e OZGENTAS (2001) foram os primeiros a descrever um modelo de retalho baseado em vasos perfurantes no rato. O retalho foi baseado em uma perfurante da artéria epigástrica superior profunda com elevação de toda a pele da região abdominal. Este grupo foi comparado com outros dois grupos em que o mesmo território de pele foi elevado, o primeiro com pedículo subcutâneo sem estrutura vascular e o segundo era um retalho ao acaso baseado na parede abdominal à direita. Os autores demonstraram viabilidade no 7º. dia pós operatório de  $77,46 \pm 3,06\%$  no grupo estudo,  $36,40 \pm 4,9\%$  no grupo com pedículo ao acaso e  $0\%$  no grupo sem pedículo vascular. Houve diferença significativa entre os grupos estudados. Entretanto o retalho descrito apresentou invariavelmente necrose na porção mais contralateral ao pedículo. O estudo demonstra a possibilidade da elevação de retalho perfurante em ratos.

COSKUNFIRAT, ISLAMOGLU e OZGENTAS (2002) descreveram um retalho posterior da coxa baseado em um único vaso perfurante do músculo bíceps femoral em trinta ratos. Os animais foram divididos em três grupos, apenas com variação no tamanho do retalho. Apenas no grupo em que os limites do retalho foram ampliados até a região escapular houve diminuição da viabilidade, para  $61 \pm 7,2\%$  quando comparados aos outros dois grupos, com menores dimensões, que apresentaram viabilidade de 100% no 7º. dia pós-operatório. Novamente os autores demonstram a relativa facilidade da elevação deste retalho.

OZKAN, COSKUNFIRAT e OZGENTAS (2003) o primeiro modelo de retalho perfurante livre em animais. O retalho foi desenvolvido na porção posterior da coxa do rato, baseado no vaso perfurante dos vasos poplíteos, em dez animais. O retalho foi transferido para a região inguinal como retalho pediculado em cinco ratos e como retalho livre em outros cinco ratos, os vasos receptores foram os vasos femorais. Os autores observaram sobrevivência total do retalho no grupo submetido a retalho livre, viabilizando mais um modelo experimental para o estudo da fisiologia destes retalhos.

HALLOCK e RICE (2003) descreveram o que denominaram de modelo experimental real de retalho perfurante, que difere nos modelos previamente descritos por realizar dissecação intramuscular no reto abdominal, até a origem da artéria epigástrica superior profunda. Foram descritos oito retalhos no estudo apresentado, com viabilidade total nos seis ratos sobreviventes ao estudo.

HALLOCK (1995) defenderam o valor do retalho TRAM em ratos, sendo um modelo que permite inúmeros estudos, apesar de não ser uma perfeita réplica do retalho TRAM em humanos.

HALLOCK e RICE (2004) compararam entre os retalhos TRAM e DIEP em ratos, já que BLONDEEL e BOECKX (1994) afirmavam que o retalho DIEP apresentava todas as vantagens do retalho TRAM livre, sem nenhum de suas desvantagens, pois a fáscia do músculo reto abdominal não é incluída no retalho. KROLL (2000) defendia que o retalho DIEP implicava em menor aporte sanguíneo para o retalho, com conseqüente aumento de necrose gordurosa e perda parcial do retalho. Os autores então realizaram os modelos de retalho TRAM e retalho DIEP

previamente descritos e compararam o fluxo sanguíneo e a viabilidade destes retalhos. Embora tenham encontrado valores de fluxo sanguíneo maiores no grupo de retalho TRAM, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. Ao contrário, no grupo do retalho DIEP uma única perfurante da artéria epigástrica superior profunda foi suficiente para manter o retalho, e qualquer necrose que tenha ocorrido neste grupo foi na região contralateral mais distante do pedículo.

### 2.3.3. Modelos de Vascularização Ampliada

A perda parcial ou total de retalho por congestão venosa ou deficiência de aporte sanguíneo é complicação muitas vezes catastrófica. Muitas vezes a insuficiência venosa é mais importante do que a arterial. Em retalhos livres pode-se tentar a reanastomose destes retalhos, porém em retalhos pediculados a perda por congestão venosa pode ser inevitável. AKAN, YILDIRIM e GIDEROGLU (2001) descreveram alternativas para o salvamento de retalhos com congestão venosa. Entre as alternativas encontram-se a utilização de sanguessugas, escarificação do retalhos, canulação da veia intermitentemente e, o método preferido pelos autores, a utilização de gaze embebida em heparina em áreas do retalho previamente escarificadas. Este método foi responsável pelo salvamento de dois retalhos na experiência dos autores.

A importância da drenagem venosa na viabilidade de retalhos livres foi o objeto de estudo de CHOW, CHEN e GU (1993) no qual cem ratos foram divididos em cinco grupos. Em todos os animais um retalho de 5x7 cm de diâmetro foi desenhado sobre a parede abdominal anterior, e todos os animais tiveram sua artéria epigástrica superficial esquerda ligada, sendo o retalho mantido apenas pela artéria epigástrica superficial direita. Os cinco grupos foram determinados de acordo com a manutenção das veias epigástrica superficial, veia abdominal lateral ipsi ou contralateral. O pior resultado encontrado foi no grupo em que apenas a veia abdominal lateral direita foi mantida como vaso de drenagem, por se tratar do vaso de menor calibre do mesmo lado da artéria que mantinha o retalho. Os autores salientam a importância de uma veia

de calibre adequado para drenagem do retalho, preferencialmente o mais distal possível do pedículo arterial.

Técnicas de vascularização ampliada foram desenvolvidas para aumentar a viabilidade de retalhos na prática clínica. CHANG, NOBUAKI, MINABE e NAKAJIMA (2004) hipotetizaram que a posição da vascularização ampliada arterial no retalho teria interferência na viabilidade do mesmo. Realizaram retalho na parede abdominal anterior até a fáscia em quarenta ratos divididos em quatro grupos. Todos os animais tiveram como pedículo principal os vasos circunflexos ilíacos profundos à esquerda, e como vascularização ampliada ou a artéria epigástrica superficial ou a artéria circunflexa ilíaca profunda contralateral. Os resultados demonstraram que a vascularização ampliada arterial tem grande potencial para melhorar a microcirculação distal de retalhos cutâneos em ratos, principalmente com artérias adicionais mais distais ao pedículo principal.

ROBERTS, COHEN e COOK (1996) estudaram os efeitos da diminuição do fluxo arterial e da drenagem venosa em retalhos ventrais em ratos. Os retalhos eram baseados em ambas as artérias epigástricas inferiores superficiais e os animais foram divididos em grupos de acordo com as interrupções das artérias ou veias epigástricas inferiores superficiais. Concluíram que o retalho ventral em ratos é mais sensível à diminuição do aporte arterial do que diminuição da drenagem venosa.

MILES, CROSBY e CLAPSON (1997) estudaram a viabilidade do retalho abdominal em ratos com diferentes aportes sanguíneos. Utilizaram enxerto composto, retalho venoso, retalho com vascularização venosa ampliada e retalho arterializado. Concluíram que aumento na drenagem venosa em retalhos pediculados leva a aumento da viabilidade do retalho.

CHIU, HU, WU, RHEE, ROGERS e GORLICK (2002) compararam a vascularização ampliada arterial com a vascularização venosa ampliada. Desenvolveram um retalho na orelha do rato, com um componente axial - baseado na artéria auricular posterior e veia facial posterior – e um componente ao acaso – que se estendeu pelo dorso do rato. É nesta porção ao acaso que foi feita a avaliação da viabilidade com a vascularização ampliada arterial ou venosa. Os resultados sugerem

que o aumento da drenagem venosa tem maior repercussão na viabilidade do retalho quando comparada à vascularização ampliada arterial isoladamente, mas que o maior benefício é obtido quando vascularização ampliada arterial e venosa são utilizadas simultaneamente.

SANO, HALLOCK e RICE (2003) já haviam descrito modelo de autonomização do retalho TRAM em ratos em SANO *et al.* (2002) mostrando que a autonomização unilateral deste retalho é suficiente, sendo realizada ipsilateral no sistema vascular profundo ou contralateral no sistema vascular superficial. Neste novo estudo os autores analisaram a importância da manutenção da veia epigástrica cranial, nos retalhos TRAM autonomizados e não autonomizados, e demonstraram que há aumento na viabilidade dos retalhos TRAM autonomizados e não autonomizados quando submetidos a procedimento de vascularização ampliada.

O retalho DIEP tem sido colocado como primeira escolha na reconstrução autóloga de mama, e com isso a questão da viabilidade do retalho, especialmente na zona mais distal ao pedículo (zona IV) foi questionada. HALLOCK e RICE (2005) realizaram modelo experimental para comprovar a hipótese de que um aumento na drenagem venosa destes retalhos DIEP em ratos representaria um aumento na viabilidade da zona IV destes retalhos. Os autores utilizaram o modelo de DIEP em ratos já descrito por HALLOCK e RICE (2003) e dividiram os animais em três grupos. No primeiro grupo foram mantidas as veias comitantes da artéria epigástrica superior profunda, no segundo grupo foram mantidas além das veias comitantes da artéria epigástrica superior profunda, a veia epigástrica inferior superficial contralateral, e no último grupo as veias comitantes foram ligadas e o retorno venoso foi mantido apenas pela veia epigástrica inferior superficial contralateral. Os resultados evidenciaram melhora na viabilidade do retalho DIEP em que a veia epigástrica inferior superficial contralateral foi mantida, independente da manutenção das veias comitantes. Os autores sugerem que, na prática clínica, uma veia do sistema superficial seja mantida para realização da vascularização venosa ampliada, se indicada.

BLONDEEL (2005) discutiu a extrapolação destes resultados obtidos por HALLOCK e RICE (2005) para o retalho DIEP em humanos. Questionou a diferença

da predominância vascular que nos ratos é do pedículo superior e no ser humano é pelo pedículo inferior. Além disso, ressaltou que o sistema venoso superficial nos ratos é muito mais proeminente que no ser humano. Concluiu reservando a utilização do sistema venoso superficial em humanos para casos de óbvia dificuldade de drenagem do retalho DIEP pelo sistema profundo, e ainda nos casos de revisão por trombose do sistema profundo.

#### 2.4. FLUXO SANGÜÍNEO MEDIANTE FLUXOMETRIA POR *LASER-DOPPLER*

Fluxometria *laser-doppler* é um método confiável, acurado e não invasivo de monitorização da circulação de retalhos. Também é um método barato de se obter valores instantâneos facilmente interpretáveis. Fluxometria por *laser-doppler* permite a avaliação do fluxo sanguíneo pela reflexão de objetos em movimento, os eritrócitos dentro da microcirculação, gerando uma frequência que é interpretada de acordo com o princípio Doppler. Um *laser* diodo de 780nm/5mW é enviado por um cabo de fibra óptica a um *probe* em ângulo reto que ilumina uma quantidade padrão de tecido. Uma parte da luz emitida é coletada por fibras de retorno que são adaptadas a um fotodetector que converte esta luz em um sinal eletrônico em um *display LED (light-emitting diode)*, que registra o volume sanguíneo proporcional e velocidade, determinando desta forma o fluxo sanguíneo (HALLOCK (1992))

O fluxo sanguíneo deve ser avaliado antes e após a transposição do retalho, para obtenção de constantes, já que a variabilidade é regra. Embora não exista um valor absoluto que determine a viabilidade dos tecidos, sabe-se que um valor pós transferência maior ou igual a 50% do valor pré-transferência garante sucesso do retalho (MARKS, TRACHY e CUMMINGS (1984)).

HALLOCK (1992) realizou estudo para determinar o valor limite da viabilidade tecidual utilizando a fluxometria por *laser-doppler*. Realizou retalhos epigástricos pediculados em ratos e observou que nenhum retalho sobreviveu quando o fluxo foi inferior a 30% do fluxo inicial no retalho.

HALLOCK e ALTOBELLI (1992) descreveram a utilização da fluxometria por *laser-doppler* como método de monitorização adicional à observação clínica em estudo em dezesseis pacientes submetidas à reconstrução de mama com retalho TRAM pediculado. A obtenção dos valores foi feita através de um ponto tatuado no retalho sobre a zona I (porção do retalho sobre o músculo reto abdominal utilizado no retalho). O primeiro registro de fluxo foi feito ainda com o retalho em seu leito original, seguido de registros sequenciais após sua transposição para o tórax.

YUEN e FENG (2000) descreveram sua experiência em um período de cinco anos em duzentos e trinta e dois retalhos microcirúrgicos utilizando o fluxometria por *laser-doppler*. Houve treze complicações de retalhos, todas detectadas pela fluxometria por *laser-doppler*. Os autores ressaltam que os resultados obtidos devem ser analisados como tendência de fluxo e não com valores absolutos de fluxo, que podem variar individualmente. A queda na perfusão é abrupta na obstrução arterial e gradual na obstrução venosa. Esta é a maior série clínica descrita de monitorização de retalhos com fluxometria por *laser-doppler*, salientando a importância como método adjuvante na monitorização de retalhos microcirúrgicos. Quando aliada à observação clínica, este método permite salvamento precoce de retalhos com comprometimento vascular.

## 2.5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO RETALHO

### 2.5.1. Planimetria Digital

SANO, HALLOCK, WASSER, ROBSON e RICE (2001) descreveram novo método de análise da viabilidade por computador de retalhos TRAM em ratos e compararam à maneira tradicional de mensuração com relação de peso (peso da área necrosada/peso da área total). Os autores utilizaram o programa Adobe Photoshop 6.0 (Adobe Systems, San Jose, CA, EUA) para importar as imagens e em seguida utilizaram o programa Microsoft Paintbrush (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA) para o cálculo da viabilidade. Observaram que houve maior



viabilidade no método eletrônico quando comparado ao tradicional método de avaliação de peso, porém sem diferença estatisticamente significativa.

PACE (2003) realizou estudo utilizando substâncias antioxidantes em retalhos dorsais em ratos. Utilizou como método de avaliação da viabilidade do retalho a planimetria digital. As áreas viáveis e de necrose foram desenhadas sobre filme transparente e importadas para um computador e a seguir digitalizadas. A seguir com o programa Corel Draw 9<sup>®</sup> (Corel Corporation, MN, EUA) foram obtidas medidas que determinaram a porcentagem de área viável.

JEZIOROWSKI (2004) utilizou o mesmo método descrito por PACE (2003) para a avaliação da área viável, porém em estudo sobre retalho TRAM em ratos.

#### 2.5.2. Determinação da Viabilidade mediante Peso da Área de Necrose e Área Viável

HALLOCK e RICE (1995) descreveram a técnica utilizada em todos os trabalhos experimentais dos autores, em que se utiliza relação de peso entre a área viável e a área necrosada para a determinação do percentual de viabilidade dos retalhos.

GOMES, CAMPOS, FERREIRA e KOBAYASHI (2004) realizaram o método da relação de peso entre área viável e área necrosada para a determinação da viabilidade de retalhos dorsais de rato sob efeito da nicotina.

CARVALHO, FERREIRA, CARVALHO, ABLA e LIEBANO (2005) realizaram estudo em ratos sobre o efeito da diabetes na viabilidade de retalhos dorsais, e utilizaram o método proposto por HALLOCK e RICE (1995) para cálculo de viabilidade.

### **3. MATERIAL E MÉTODO**

## MATERIAL E MÉTODO

Os procedimentos experimentais do presente estudo foram realizados no laboratório da Disciplina de Técnica Operatória da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Aplicaram-se as Normas para Apresentação de Documentos Científicos da Universidade Federal do Paraná (2000). Foram obedecidos os princípios éticos em experimentação animal, preconizados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal, COBEA, instituição filiada ao *International Council for Laboratory Animal Science*.

### 3.1 AMOSTRA

Foram utilizados 20 ratos (*Ratus Norvegicus albinus*), da linhagem Wistar, machos, adultos, com peso entre 250-300 g, saudáveis, provenientes do biotério da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Os animais permaneceram no biotério em gaiolas de polipropileno padrão, mantidos em temperatura e umidade constantes a 24°C, em ciclo circadiano claro/escuro de 12 h controlado eletronicamente, com livre acesso à água potável e ração própria para ratos Nuvilab CR1<sup>®</sup> (Nuvital, Curitiba, PR) conforme tabela 1.

### 3.2 ANESTESIA

A anestesia foi realizada com ketamina 100mg/kg e xylazina 35mg/kg intramuscular e manutenção com éter sulfúrico (Éter, Farmácia Magistral, Curitiba, PR) por via inalatória. O rato foi considerado anestesiado quando este se apresentava imóvel ao manuseio e havia perda do reflexo corneano, mas com frequência e amplitude respiratórias normais. Manteve-se o plano anestésico com sistema aberto durante os procedimentos. O peso corpóreo foi determinado após anestesia, no primeiro dia do experimento em todos os animais. Foi utilizada balança eletrônica de

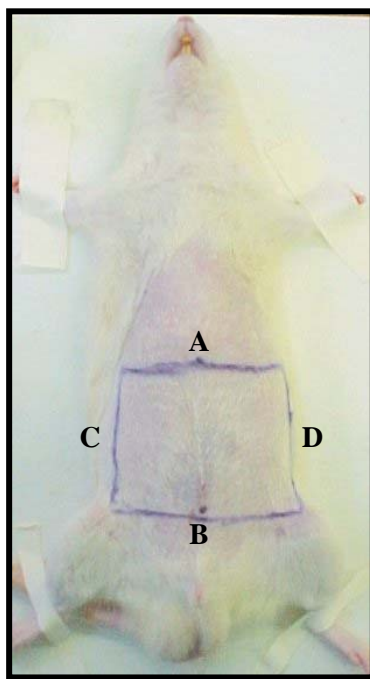
precisão modelo AS20000 (MARTE Balanças e Aparelhos de Precisão, São Paulo, SP). O peso dos animais foi determinado em gramas.

### 3.3 PREPARO PRÉ-OPERATÓRIO

Todos os animais foram submetidos à tricotomia da parede abdominal com máquina de tricotomia, seguida de limpeza local com sabão neutro líquido e água corrente e secagem com gaze. Em seguida foram posicionados na prancheta cirúrgica com fita adesiva em decúbito dorsal, mantendo-se os membros em extensão.

Foi marcado na pele com caneta Pilot um retalho abdominal cutâneo com os seguintes limites: superiormente uma linha horizontal passando pelo xifóide; inferiormente uma linha horizontal passando pelas espinhas ilíacas ântero-superiores e lateralmente linhas verticais na linha axilar posterior (Figura 2).

FIGURA 2 – MARCAÇÃO DO RETALHO: (A)SUPERIORMENTE UMA LINHA HORIZONTAL PASSANDO PELO XIFÓIDE; (B)INFERIORMENTE UMA LINHA HORIZONTAL PASSANDO PELAS ESPINHAS ILÍACAS ÂNTERO-SUPERIORES E (C,D)LATERALMENTE LINHAS VERTICAIS NA LINHA AXILAR POSTERIOR.



### 3.4 PROCEDIMENTO CIRÚRGICO

A seguir os animais foram divididos em 2 grupos, grupo controle e grupo experimento.

#### 3.4.1 Grupo Controle – Grupo C

Após a antissepsia local com solução aquosa de polivinilpirrolidona-iodo, o retalho previamente marcado foi incisado com bisturi de lâmina número 15 e elevado até à fáscia do músculo reto abdominal baseado em uma única artéria perfurante (Figura 3) do músculo reto abdominal à direita (Figura 4). Os vasos epigástricos superficiais superiores e inferiores à direita e à esquerda assim como as demais perfurantes à direita e à esquerda foram cauterizados.

FIGURA 3 – RETALHO ELEVADO E OS VASOS PERFURANTES ABDOMINAIS EM DIREÇÃO SUPERIOR. SETA DEMONSTRANDO O 2º VASO PERFURANTE, QUE FOI MANTIDO EM TODOS OS ANIMAIS.

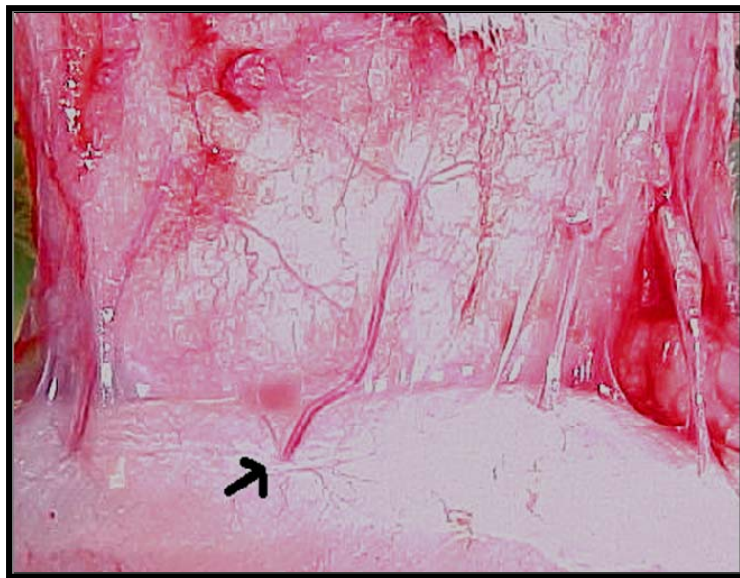
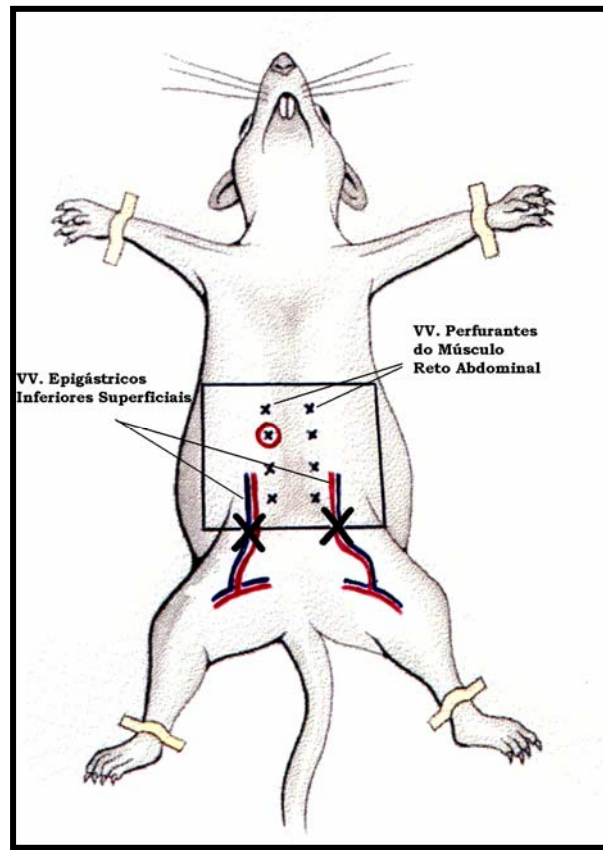


FIGURA 4 – DESENHO ESQUEMÁTICO DO PROCEDIMENTO REALIZADO NO GRUPO CONTROLE. RETALHO BASEADO EM UMA ÚNICA ARTÉRIA PERFURANTE DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL À DIREITA. OS VASOS EPIGÁSTRICOS SUPERFICIAIS SUPERIORES E INFERIORES À DIREITA E À ESQUERDA ASSIM COMO AS DEMAIS PERFURANTES À DIREITA E À ESQUERDA FORAM CAUTERIZADOS.



Toda a dissecação foi realizada com microscópio modelo G-Ni 8024 (KAPS, Alemanha).

#### 3.4.2 Grupo Experimento – Grupo E

Neste grupo foi realizado o mesmo procedimento cirúrgico que o descrito no grupo controle, com a exceção de que a veia epigástrica superficial inferior direita foi preservada, sendo o retalho elevado baseado na segunda artéria perfurante do reto abdominal direita e drenado pela veia epigástrica superficial inferior esquerda (Figura 5 e 6).

FIGURA 5 – DESENHO ESQUEMÁTICO DO PROCEDIMENTO REALIZADO NO GRUPO EXPERIMENTO. RETALHO BASEADO EM UMA ÚNICA ARTÉRIA PERFURANTE DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL À DIREITA. OS VASOS EPIGÁSTRICOS SUPERFICIAIS SUPERIORES E INFERIORES À DIREITA E AS DEMAIS PERFURANTES À DIREITA E À ESQUERDA FORAM CAUTERIZADOS. FOI MANTIDA A VEIA EPIGÁSTRICA SUPERFICIAL À ESQUERDA

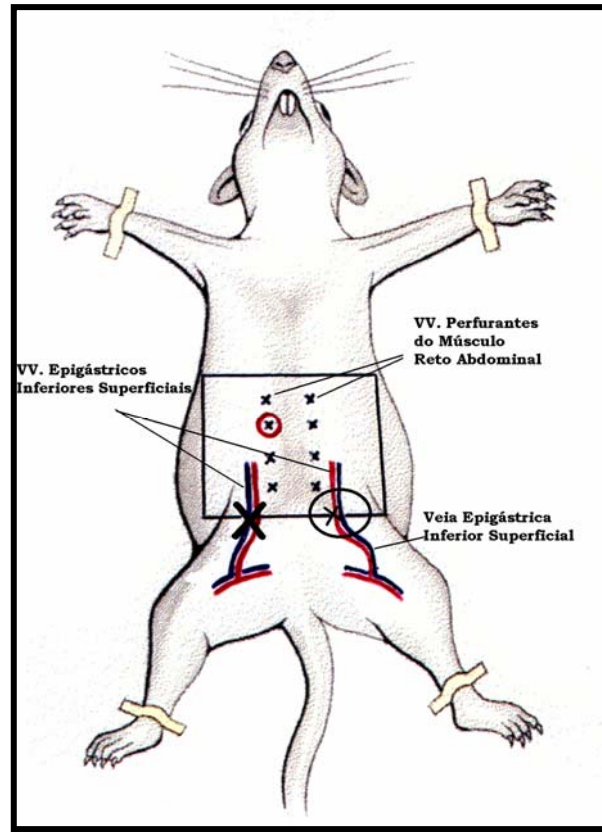
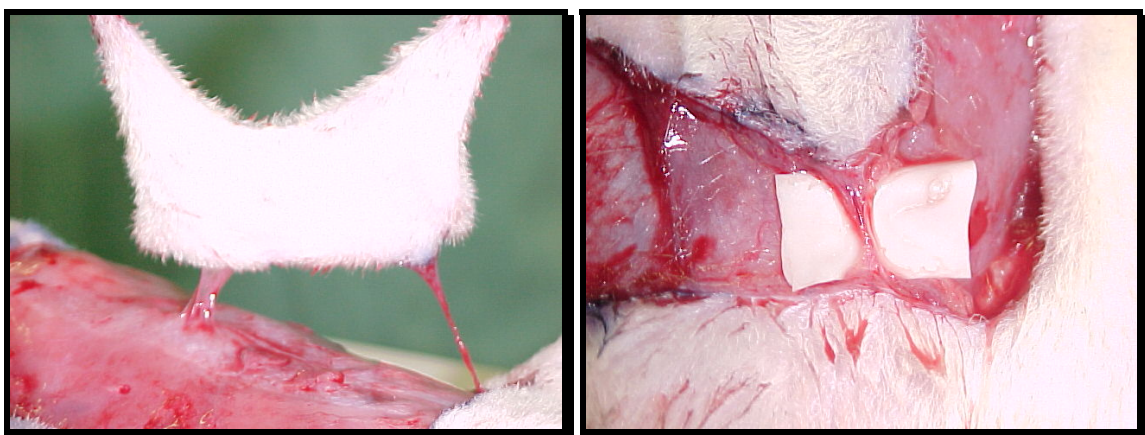


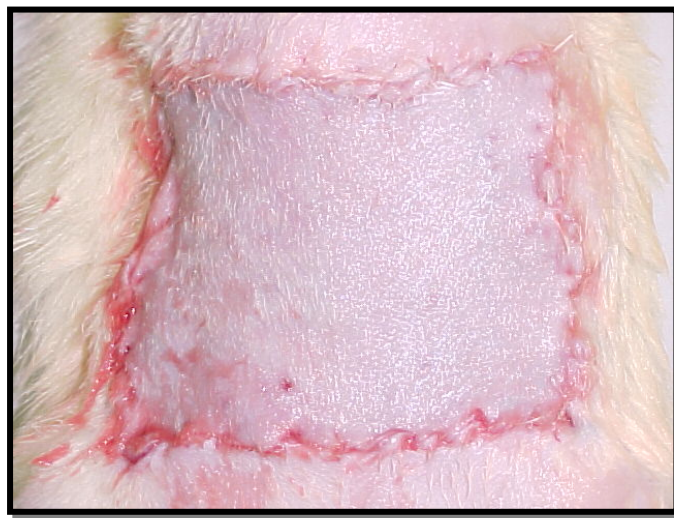
FIGURA 6 – ESQUERDA: RETALHO ELEVADO E MANTIDO PELO VASO PERFURANTE DA ARTÉRIA EPIGÁSTRICA INFERIOR PROFUNDA E VEIA EPIGÁSTRICA INFERIOR PROFUNDA; DIREITA: VEIA EPIGÁSTRICA INFERIOR PROFUNDA DISSECADA.



O retalho foi imediatamente recolocado em sua posição original e suturado por planos (Figura 7). Inicialmente com pontos separados subdérmicos, em posições

simétricas, com fio monofilamentar de nylon 4-0 (Ethicon, GA, EUA) e agulha PS-2. Em seguida, utilizando o mesmo tipo de material, foi realizada sutura contínua intradérmica em todo o retalho. Não foi utilizado método de barreira entre o retalho elevado e a parede abdominal (ELY e FERREIRA, 2003; JONES, ZHANG, BLAIN, GUO, CUI, DORSETT-MARTIN e LINEAWEAVER, 2001). A ferida operatória foi mantida aberta em todos os ratos.

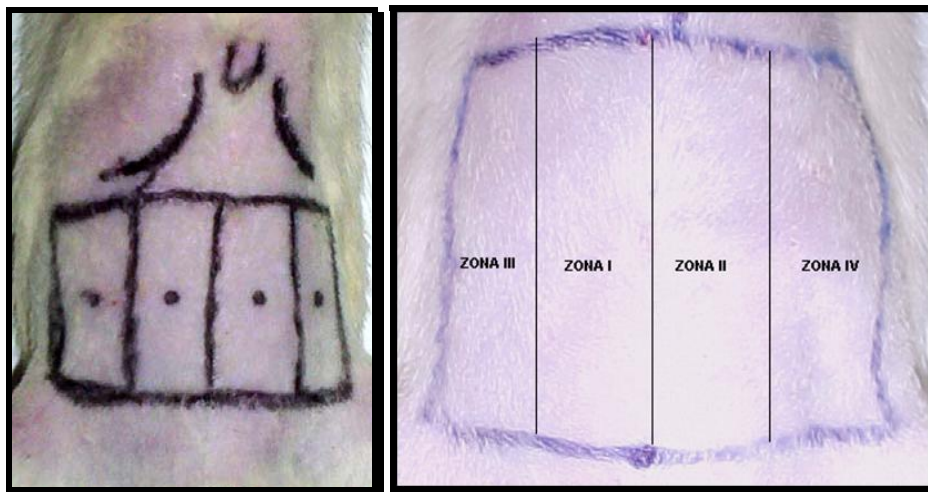
FIGURA 7 – RETALHO SUTURADO AO SEU LEITO ORIGINAL



Foi realizada divisão do retalho em quatro quadrantes, sendo zona I a área sobre a artéria perfurante do músculo reto abdominal, zona II a área imediatamente lateral à linha média, zona III a zona lateral à zona I e zona IV a zona lateral à zona II (Figura 8). O ponto médio dos eixos horizontal e vertical de cada zona também foi marcado.



FIGURA 8 – ZONAS DEMARCADAS NO RETALHO. ZONA I, SOBRE O PEDÍCULO VASCULAR; ZONA II, IMEDIATAMENTE LATERAL À LINHA MÉDIA; ZONA III, LATERAL AO PEDICULO; ZONA IV, LATERAL À ZONA II.



### 3.5 PÓS-OPERATÓRIO

Logo após o ato cirúrgico os animais foram mantidos nas caixas específicas individuais. Foram mantidas as condições anteriores de alojamento e alimentação.

Todos os procedimentos de determinação do fluxo sanguíneo, avaliação macroscópica e fotografia digital foram realizados igualmente em todos os grupos. Os animais foram avaliados diariamente e mortos no 7º PO com dose letal de éter sulfúrico (Éter, Farmácia Magistral, Curitiba, PR).

### 3.6. FLUXO SANGÜÍNEO MEDIANTE FLUXOMETRIA POR *LASER-DOPPLER*

Foi realizada determinação do fluxo sanguíneo através de fluxometria por *laser-doppler* (VasaMedics, Laserflo BPM2, Minnessota, EUA) (Figura 9) imediatamente após a incisão dos limites do retalho e este valor foi adotado como valor basal. Repetiu-se a medida diariamente nos quatro quadrantes, no ponto médio predeterminado, com o animal sob anestesia geral inalatória. A leitura foi feita por cinco minutos, em contato com o ponto predeterminado. Utilizou-se a média dos valores obtidos em ml/min/100g de tecido e a razão entre o fluxo obtido e o fluxo basal.

FIGURA 9 – APARELHO DE FLUXOMETRIA POR *LASER-DOPPLER* UTILIZADO PARA AVALIAÇÃO DO FLUXO.



### 3.7. AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA

Todos os animais foram avaliados diariamente do dia 1 ao dia 7, durante todo o período do experimento. Esta avaliação incluiu o aspecto da sutura, presença de hematoma, infecção, tecido de granulação, tempo de cicatrização e fluxo sanguíneo em cada zona do retalho. Esses dados foram obtidos, em todos os grupos, diariamente.

#### 3.7.1 Planimetria Digital

Considerou-se viabilidade do retalho toda a área do retalho que apresentava aspecto normal de textura, coloração e morfologia, semelhante ao tecido não descolado. Área de necrose foi considerada toda área com textura pétrea, coloração escurecida e presença de crostas. Foi determinada a área total do retalho, área de viabilidade e área de necrose em porcentagem. A avaliação da área de viabilidade foi realizada em todos os animais no 7º dia, conforme descrito a seguir.

No 7º. PO os ratos foram mortos e tiveram suas paredes abdominais, incluindo o retalho em seu centro, fotografadas com câmera digital, resolução de 4.0 *megapixels*, a 20 cm de distância do objeto. (Canon Powershot S400, Canon, Japão).

Os retalhos foram fotografados e as imagens obtidas foram enviadas a um computador Pentium® M (Inspiron 600m, Dell Inc., TX, EUA). A viabilidade do retalho foi determinada através do software Adobe Photoshop®, no qual as figuras foram importadas, transformadas em *bitmap* e mediante escala sobreposta os números de *pixels* da área viável e da área necrosada foram manualmente contados e aplicados na seguinte fórmula:

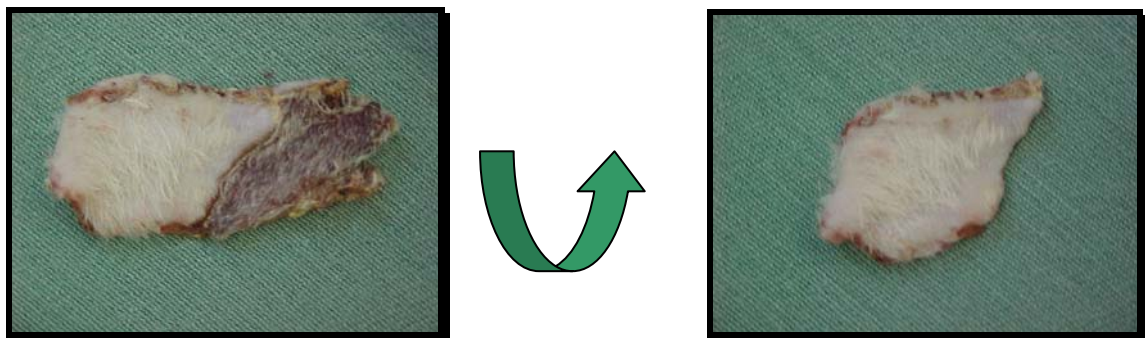
$$\textbf{Viabilidade do Retalho} = (n^{\circ} \text{ de Pixels da Área Viável} / n^{\circ} \text{ Total de Pixels}) \times 100$$

### 3.7.2. Determinação da Viabilidade mediante Peso da Área de Necrose e Área Viável

A viabilidade do retalho mediante peso da área de necrose e área viável foi obtida da seguinte maneira: o retalho foi desenhado sobre filme transparente (Transparência PPC® – 3M do Brasil Ltda) e caneta solúvel em álcool (caneta Retro Projetor® – Faber Castell). O retalho demarcado em filme transparente foi então pesado. A porção viável foi demarcada e, em seguida, a área correspondente à necrose foi recortada do filme transparente, sendo pesado somente o segmento viável (Figura 10). Os valores foram obtidos através da seguinte fórmula:

$$\textbf{Viabilidade do Retalho} = (\text{Peso da Área Viável} / \text{Peso Total do Retalho}) \times 100$$

FIGURA 10 – ESQUEMA DA DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE ATRAVÉS DO PESO. ESQUERDA: RETALHO DISSECADO DE SEU LEITO. DIREITA: RESSECADA PORÇÃO NECRÓTICA DO RETALHO.



### 3.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Neste estudo foram consideradas as variáveis: fluxo sanguíneo em cada zona do retalho, viabilidade do retalho por planimetria digital, viabilidade do retalho mediante peso da área de necrose e área viável.

#### 3.8.1. Fluxo Sanguíneo

Para a variável fluxo sanguíneo foi comparado o fluxo médio na zona I, II, III e IV entre os grupos controle e grupo experimento. Testou-se a hipótese nula de que os resultados de fluxo são iguais nos dois grupos. Para tanto, adotou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Adotou-se o nível de significância de 5% ou  $p \leq 0,05$  para rejeição da hipótese de nulidade

Os fluxos sanguíneos médios das zonas do mesmo grupo também foram comparados. Testou-se a hipótese nula de que os resultados de fluxo são iguais nas duas zonas comparadas. Para tanto, adotou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Adotou-se o nível de significância de 5% ou  $p \leq 0,05$  para rejeição da hipótese de nulidade.

Foi também comparada a média do fluxo nos grupos controle e grupo experimento, em cada zona, a cada dia da avaliação. Testou-se a hipótese nula de que os resultados de fluxo são iguais nos dois grupos comparados. Para tanto, adotou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Adotou-se o nível de significância de 5% ou  $p \leq 0,05$  para rejeição da hipótese de nulidade.

#### 3.8.2. Viabilidade Por Planimetria Digital

Para a variável viabilidade do retalho por planimetria digital foi realizada a comparação das áreas do grupo controle e grupo experimento. Testou-se a hipótese nula de que os resultados de viabilidade são iguais nos 2 grupos. Para tanto, adotou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Adotou-se o nível de significância de 5% ou  $p \leq 0,05$  para rejeição da hipótese de nulidade para ambos os testes.

### 3.8.3. Viabilidade Mediante Peso da Área de Necrose e Área Viável

Para a variável viabilidade do retalho através do peso foi realizada a comparação das áreas do grupo controle e grupo experimento. Testou-se a hipótese nula de que os resultados de viabilidade através do peso são iguais nos 2 grupos. Para tanto, adotou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Adotou-se o nível de significância de 5% ou  $p \leq 0,05$  para rejeição da hipótese de nulidade.

#### **4. RESULTADOS**

## RESULTADOS

### 4.1 AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA DO RETALHO

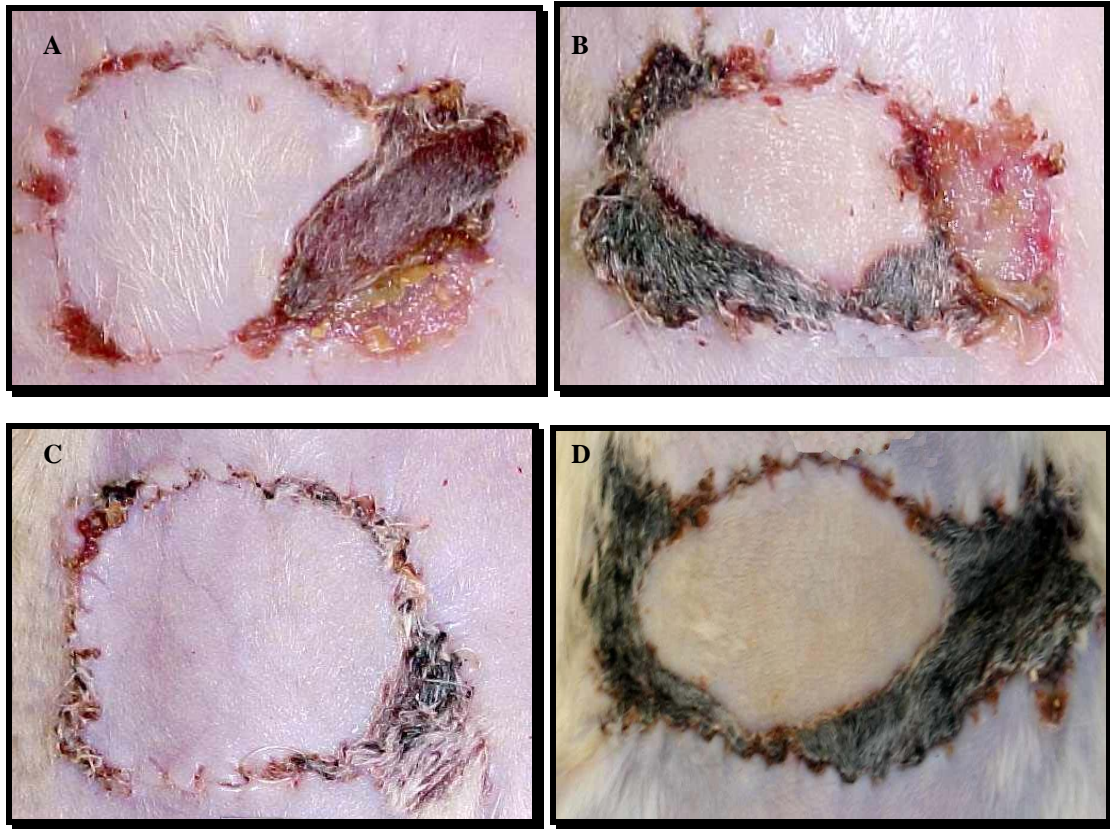
#### 4.1.1 Grupo Controle

A observação diária do processo de cicatrização nos 10 animais do grupo controle foi realizada do dia 1 ao dia 7. O retalho apresentou evolução para necrose de sua porção mais distal ao pedículo (Figura 11), iniciando com edema e isquemia de sua porção distal, que foram observados em alguns animais deste grupo no dia 2. No dia 3 a isquemia evoluiu com necrose da porção distal do retalho, com limites imprecisos.

Na evolução até o dia 7, a necrose distal se tornou mais definida com a presença de crostas visíveis em todos os animais, embora a linha de transição entre o retalho viável e a área de necrose ainda não se apresentasse bem delimitada.

Não houve hematoma ou infecção neste grupo durante todo o período do experimento, porém 2 animais praticaram autocanibalismo e foram excluídos do estudo. Não houve morte de nenhum animal neste grupo.

FIGURA 11 - ASPECTO 7º. PO DE RATOS DO GRUPO CONTROLE, EVIDENCIA NECROSE NA PORÇÃO MAIS CONTRALATERAL AO PEDÍCULO (ZONA IV). (A) NECROSE NA ZONA IV E PARTE DA ZONA II; (B) NECROSE DA ZONA IV, PARTE DA III E ZONA II; (C) NECROSE PARTE DISTAL INFERIOR DA ZONA IV; (D) NECROSE ZONA IV, PARTE ZONA III E ZONA II.

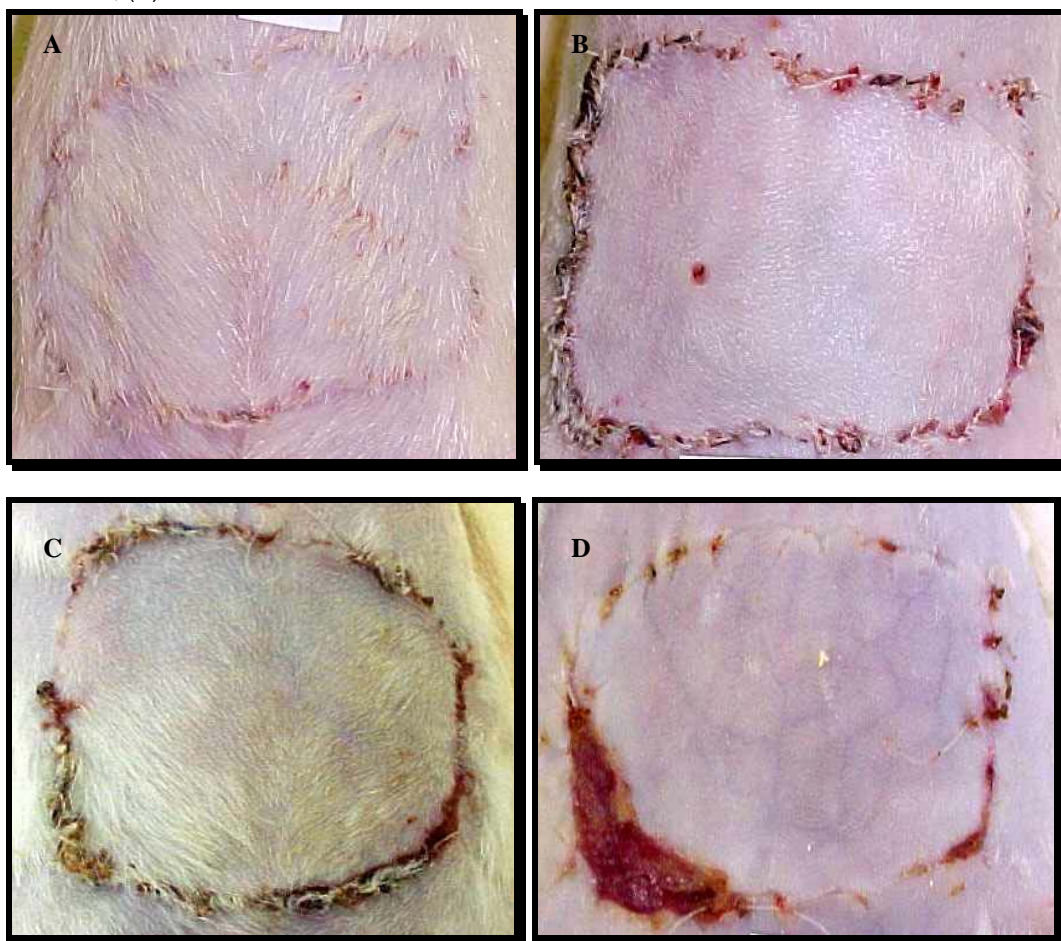


#### 4.1.2 Grupo Experimento

A observação diária do processo de cicatrização nos oito animais do grupo controle foi realizada do dia 1 ao dia 7. Não houve edema, isquemia ou necrose do retalho neste grupo até o dia 7 (Figura 12).



FIGURA 12 - ASPECTO 7º. PO DE RATO DO GRUPO EXPERIMENTO. (A), (B), (C) VIABILIDADE TOTAL DO RETALHO; (D) ÁREA PEQUENA DE DEISCÊNCIA NA ZONA III DO RETALHO.



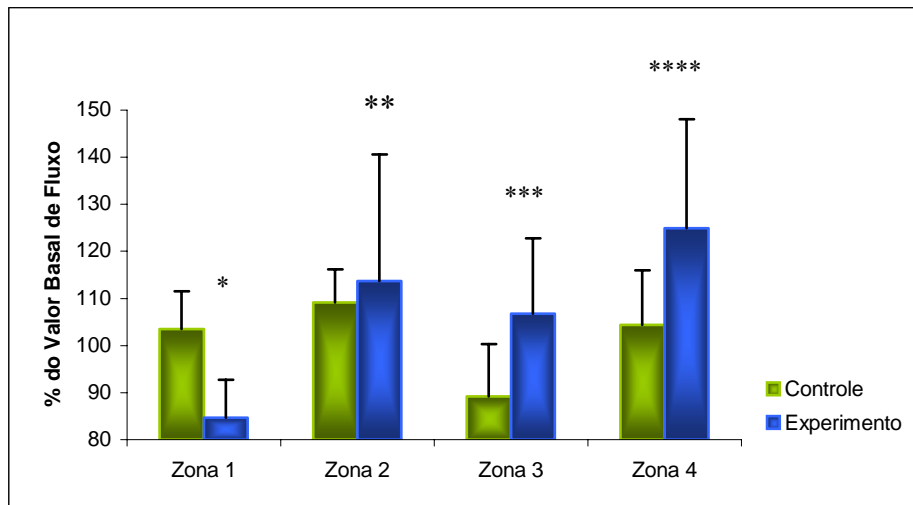
Não houve hematoma ou infecção neste grupo durante todo o período do experimento. Houve dois óbitos neste grupo no PO imediato por depressão respiratória pelo anestésico.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DO FLUXO SANGÜÍNEO POR FLUXOMETRIA POR *LASER-DOPPLER*

Foram realizadas medidas iniciais logo após a incisão dos limites do retalho e diariamente até o 7º PO, nos quatro quadrantes previamente marcados.

Os valores da média de fluxo em cada zona específica do retalho demonstram uma semelhança maior de valores na zona II, e discrepância nos valores da zona I, III e IV. No entanto não existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e experimento (Gráfico 1).

GRÁFICO 1 – MÉDIA DE FLUXO EM CADA ZONA NO GRUPO CONTROLE E EXPERIMENTO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).

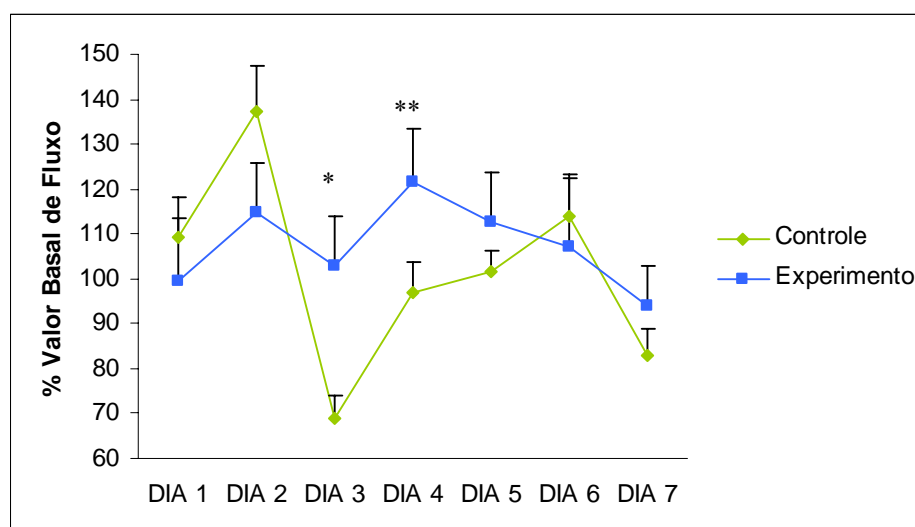


FONTE: TABELA 3 DO ANEXO

\* p= 0,114; \*\* p= 0,401; \*\*\* p= 0,599; \*\*\*\* p= 1,00.

A análise do fluxo de dos grupos controle e experimento ao longo dos sete dias demonstra queda no valor médio de fluxo no 3º dia pós-operatório. A análise estatística revelou diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e experimento no 3º pós-operatório ( $p=0,0011$ ) e 4º pós-operatório ( $p=0,0379$ ) (Gráfico 2).

GRÁFICO 2 – MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).



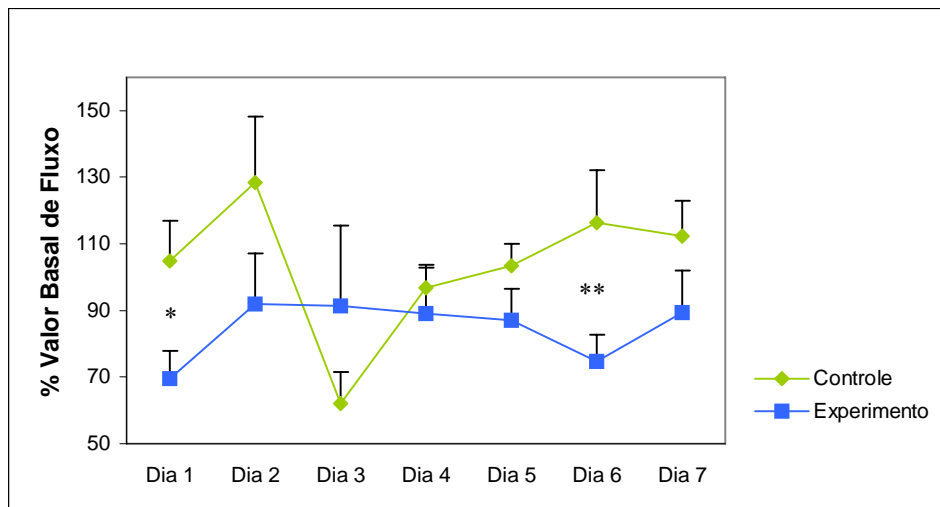
FONTE: TABELAS 4,5 E 6 DO ANEXO

\* p= 0,0011; \*\* p= 0,0379.

Os grupos controle e experimento foram comparados diariamente, separadamente por zona. Encontramos diferenças estatisticamente significativa entre na Zona I, Zona III e Zona IV.

Na Zona I houve diferença estatisticamente significativa nos dias 1 ( $p=0,0175$ ) e 6 ( $p=0,0310$ ) (Gráfico 3).

GRÁFICO 3 – MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NA ZONA I NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO, DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).

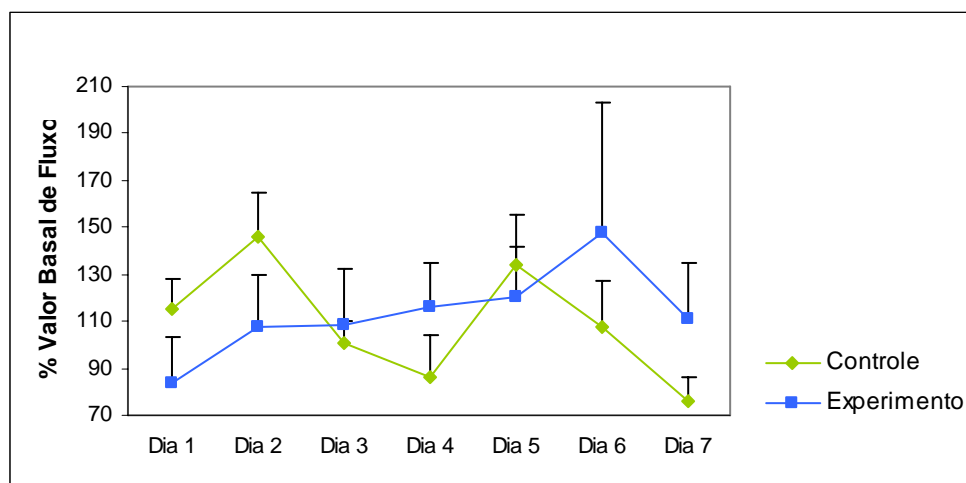


FONTE: TABELA 7 DO ANEXO

\*  $p=0,0175$ ; \*\*  $p=0,0310$ .

Na zona II não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Gráfico 4).

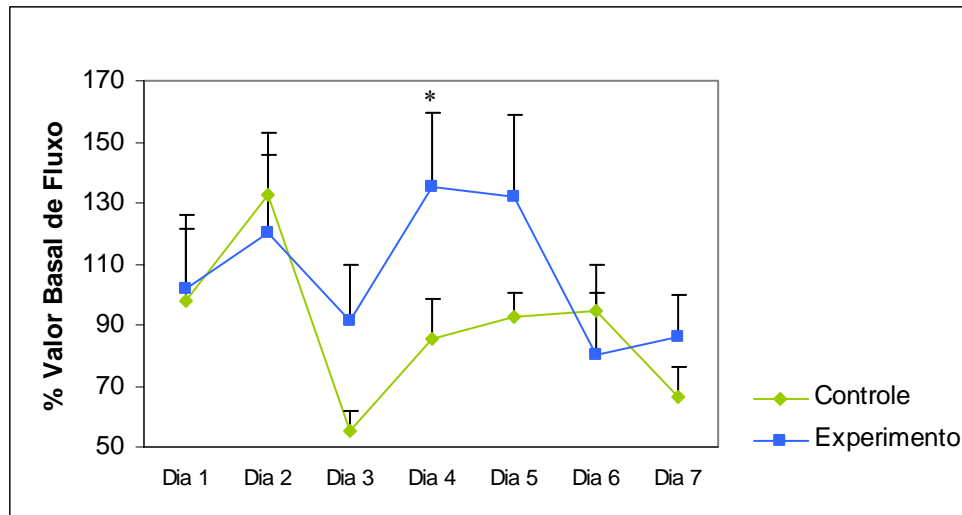
GRÁFICO 4 – MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NA ZONA II NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO, DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).



FONTE: TABELA 8 DO ANEXO

Na zona III houve diferença estatisticamente significativa no dia 4 ( $p=0,0395$ ) (Gráfico 5).

GRÁFICO 5 – MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NA ZONA III NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO, DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).

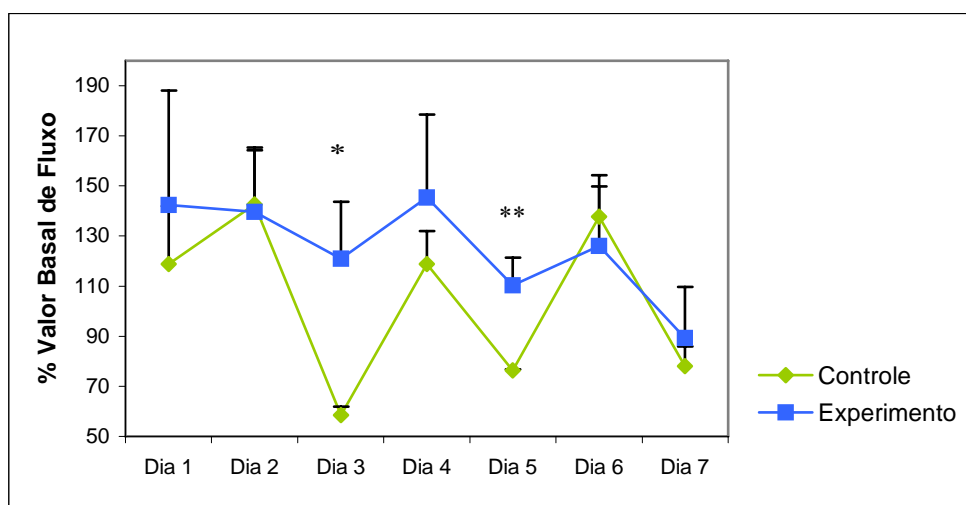


FONTE: TABELA 9 DO ANEXO

\*  $p=0,0395$ .

Na zona IV houve diferença estatisticamente significativa nos dias 3 e 5 (Gráfico 6).

GRÁFICO 6 – MÉDIA DOS VALORES DE FLUXO NA ZONA IV NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO, DETERMINADOS DIARIAMENTE ATÉ O 7º. PO (RAZÃO SOBRE VALOR BASAL DE FLUXO).



FONTE: TABELA 10 DO ANEXO

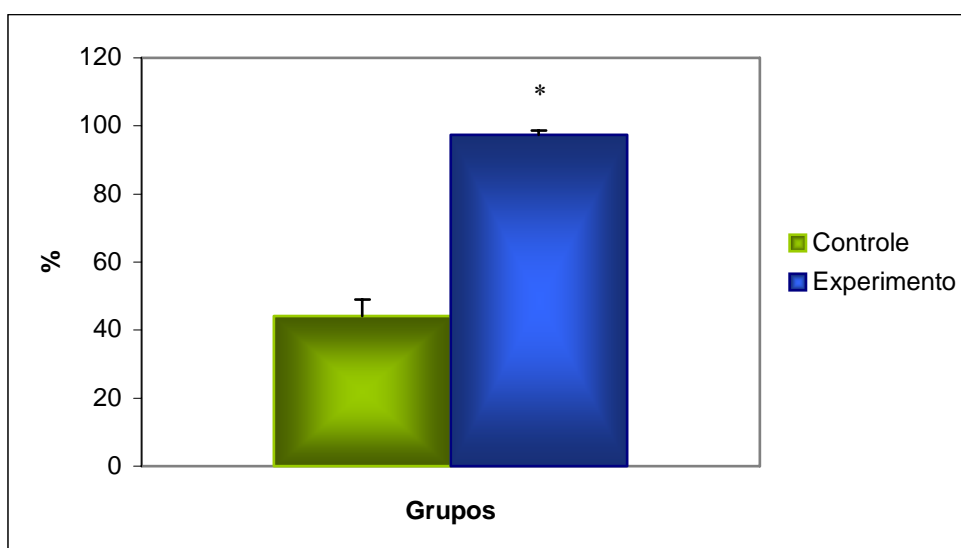
\*  $p=0,0026$ , \*\*  $p=0,0131$

### 4.3 VIABILIDADE POR PLANIMETRIA DIGITAL

Os ratos dos grupos controle e experimento foram avaliados no 7º PO quanto à viabilidade através da relação entre área viável e área de necrose.

Constatou-se viabilidade de 44,13% no grupo controle e 97,38% no grupo experimento. A análise estatística demonstrou que existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ) (Gráfico 7).

GRÁFICO 7 – VIABILIDADE DOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO DETERMINADA ATRAVÉS DA PLANIMETRIA DIGITAL



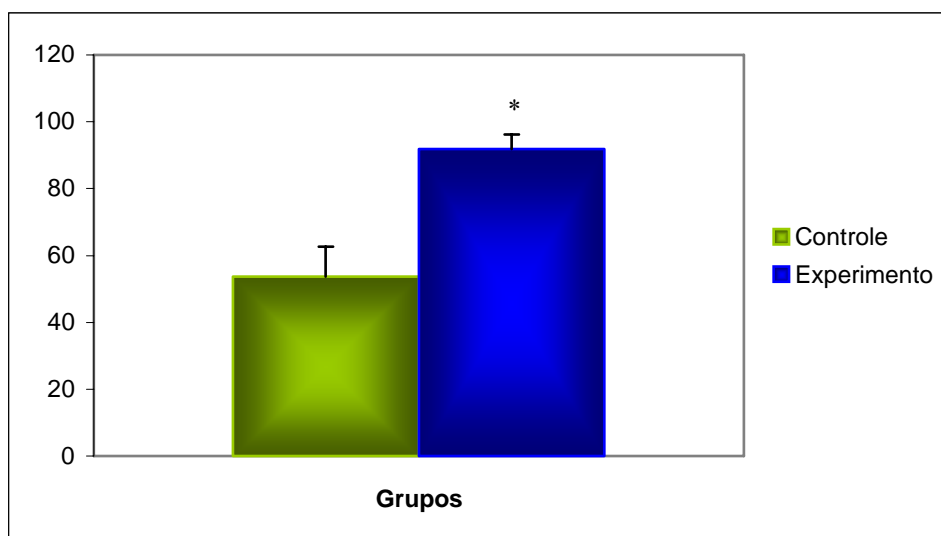
FONTE: TABELA 11 DO ANEXO

\*  $p = 0,0006$

### 4.4 VIABILIDADE MEDIANTE PESO DA ÁREA DE NECROSE E ÁREA VIÁVEL

Observou-se viabilidade de 53,71% no grupo controle e 91,81% no grupo experimento. A análise estatística demonstrou que existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ) (Gráfico 8).

GRÁFICO 8 – VIABILIDADE DOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO AVALIADA ATRAVÉS DO MÉTODO DE VIABILIDADE MEDIANTE PESO DA ÁREA DE NECROSE E ÁREA VIÁVEL.



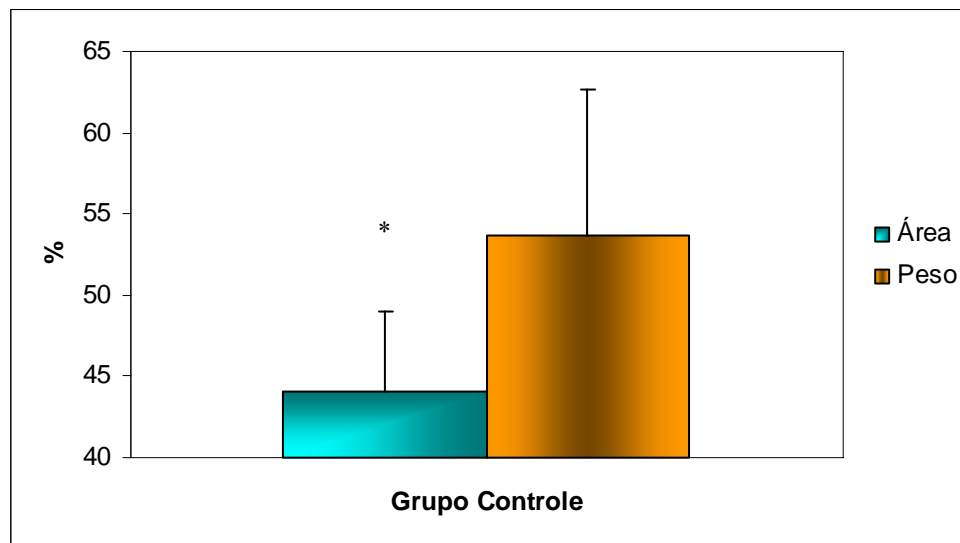
FONTE: TABELA 11 DO ANEXO

\*  $p= 0,0043$

#### 4.5 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE

Foi realizada comparação entre os métodos de avaliação da viabilidade de retalhos, comparando os resultados obtidos no mesmo grupo com cada método. No grupo controle obteve-se 44,13% de viabilidade do retalho quando aferido pelo método da planimetria digital e 53,71% de viabilidade quando utilizado o método do peso da área de necrose e área viável. Não houve valor estatisticamente significativo entre os métodos (Gráfico 9).

GRÁFICO 9 – VIABILIDADE DO GRUPO CONTROLE AVALIADOS POR DOIS MÉTODOS DIFERENTES: PLANIMETRIA DIGITAL E PESO.

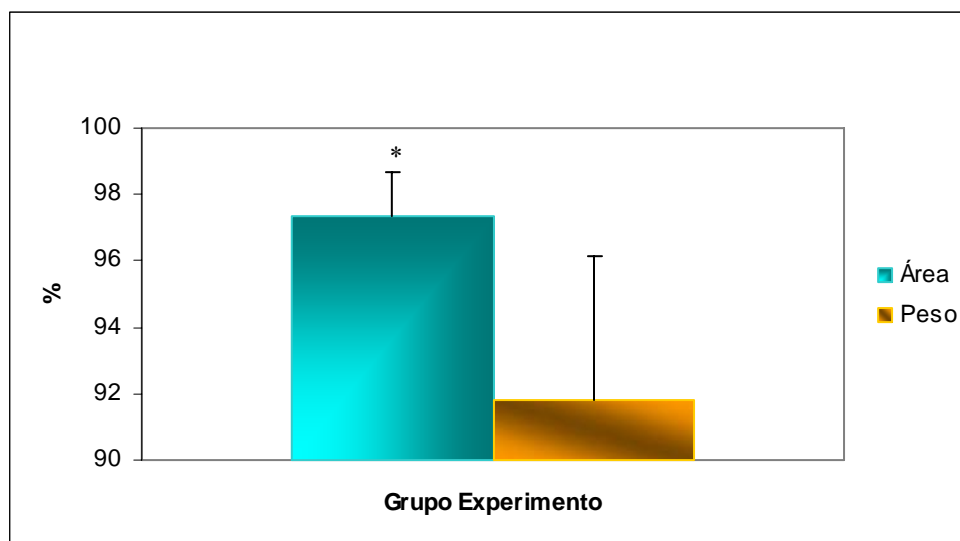


FONTE: TABELA 12 DO ANEXO

\*  $p = 0,5995$

No grupo experimento obteve-se 97,38% de viabilidade do retalho quando aferido pela planimetria digital e 91,81% de viabilidade pelo peso da área de necrose e área viável. Não houve valor estatisticamente significativo entre os métodos comparados (Gráfico 10).

GRÁFICO 10 – VIABILIDADE DO GRUPO EXPERIMENTO AVALIADO POR DOIS MÉTODOS DIFERENTES: PLANIMETRIA DIGITAL E PESO.



FONTE: TABELA 12 DO ANEXO

\*  $p = 0,4175$

## **5. DISCUSSÃO**



## DISCUSSÃO

### 5.1. MODELO EXPERIMENTAL

#### 5.1.1. Animal

Neste estudo o animal escolhido foi o rato da linhagem Wistar, por ser um animal de pequeno porte, de fácil aquisição e padronização no que diz respeito à idade, peso, sexo, alojamento, alimentação, cuidados de limpeza e manipulação experimental. Além disso, estes animais apresentam pequeno índice de mortalidade, são resistentes a infecções e podem ser utilizados em grande número e anestesiados, por via inalatória, intraperitoneal ou intravenosa, conforme a necessidade.

Além disso, as perfurantes musculocutâneas do músculo reto abdominal se assemelham às perfurantes musculocutâneas do ser humano (OKSAR *et al.*, 2001).

Apesar do pequeno porte do animal, este se mostrou adequado para a dissecação de retalhos perfurantes, no entanto exigiu a utilização de microscópio e de técnica microcirúrgica devido ao reduzido calibre dos vasos envolvidos na dissecação.

No estudo de COSKUNFIRAT *et al.* (2002) e OZKAN *et al.* (2003) foram utilizados ratos Wistar, e SANO *et al.* (2003) e SANO *et al.* (2002) utilizaram ratos Sprague-Dawley.

#### 5.1.2 Amostra

Foram incluídos 20 animais, divididos em 2 grupos, controle e experimento, cada qual composto por 10 animais. Os animais que foram selecionados apresentavam peso corpóreo entre 231 e 343 g, sendo que a média de peso dos mesmos foi de 289,63 g. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias de peso corpóreo entre os 2 grupos de animais incluídos. A predeterminação do peso dos animais teve o objetivo de tornar mais homogênea possível a amostra, já que

o tamanho do animal influencia diretamente o tamanho do retalho a ser dissecado, bem como o calibre de seus vasos.

No estudo de COSKUNFIRAT *et al.* (2002) foram utilizados 24 ratos, divididos em 3 grupos com diferentes dimensões do retalho perfurante posterior da coxa. O peso dos ratos variou entre 210 e 250 g. OKSAR *et al.* (2001) na primeira descrição de retalho perfurante em modelo animal, utilizaram trinta ratos divididos em três grupos.

### 5.1.3. Modelo de Retalho Perfurante

O modelo de retalho perfurante empregado neste trabalho foi aquele descrito por OKSAR *et al.* (2001). O retalho foi dissecado baseado na segunda perfurante da artéria epigástrica inferior profunda direita por se tratar de vaso constante e de maior calibre que os outros vasos perfurantes.

HALLOCK e RICE (2003) descreveram retalho perfurante em oito animais, baseado na artéria epigástrica superior profunda. Diferentemente dos modelos previamente descritos de retalhos perfurantes, este modelo envolve dissecação intramuscular. Houve viabilidade total no grupo estudado.

Embora WEI *et al.* (2001) tenham convencionado que um retalho perfurante necessite dissecação intramuscular, o conceito de retalhos perfurantes se modificou bastante nos últimos anos. Considerou-se que o modelo empregado no presente estudo é um modelo verdadeiro de retalho perfurante, embora não haja dissecação intramuscular, por envolver dissecação de vasos perfurantes e por proporcionar a análise da fisiologia e hemodinâmica de um retalho perfurante, com ou sem dissecação intramuscular.

### 5.1.4. Dimensões do Retalho Perfurante da Artéria Epigástrica Inferior Profunda

As dimensões do retalho utilizado foram aquelas descritas por OKSAR *et al.* (2001) em que foi utilizado retalho baseado em referências anatômicas. Os limites do

retalho foram: superiormente uma linha transversal ao limite inferior do esterno; inferiormente uma linha transversal sobre as espinhas ilíacas ântero-superiores e lateralmente linhas verticais sobre a linha axilar posterior.

ELY, FERREIRA (2003) e JEZIOROWSKI (2004) realizaram retalhos TRAM em ratos com moldes em toda a amostra.

Neste trabalho optou-se por demarcar limites anatômicos (HALLOCK e RICE, 2003; 2004; SANO *et al.*, 2003) também utilizaram parâmetros anatômicos para a marcação dos retalhos. Acredita-se que a marcação rígida do retalho com o uso de moldes ignora a variabilidade no peso de cada animal, o que influencia o cálculo de sobrevida do retalho.

#### 5.1.5. Predominância Vascular

Sabe-se que a predominância vascular do retalho DIEP em humanos, similar ao retalho TRAM, é de pedículo inferior (HARTRAMPF *et al.*, 1982).

No rato o retalho DIEP foi baseado na artéria epigástrica superior profunda, uma vez que a artéria epigástrica inferior profunda é vestigial. HALLOCK e RICE (1995) observaram que o vaso predominante para o músculo reto abdominal em ratos penetra superiormente como a artéria epigástrica superior profunda, que é continuação da artéria mamária interna, com fluxo sanguíneo que supera a da artéria epigástrica inferior profunda em duas vezes.

HALLOCK (1995) discutiu as diferenças entre o modelo experimental do retalho TRAM e o humano, ressaltando que embora o modelo experimental do retalho TRAM não seja uma réplica perfeita do humano pela diferença na predominância vascular, os resultados obtidos na pesquisa experimental podem ser extrapoladas à pesquisa clínica, com contribuições importantes, no conhecimento da fisiologia e da microcirculação destes retalhos.

#### 5.1.6. Tempo de Observação do Retalho

Realizou-se avaliação diária dos animais e avaliação do fluxo até o 7º pós-operatório, quando os ratos foram mortos, após fotografia dos retalhos, assim como OKSAR *et al.* (2001).

SANO *et al.* (2003) e JEZIOROWSKI (2004) optaram por realizar sacrifício no segundo pós-operatório, defendendo que a vascularização do retalho baseia-se unicamente no pedículo vascular até 3 a 5 dias de evolução e após tal período, inicia-se o processo de neoangiogênese entre porção levantada do retalho e o leito receptor.

PACE (2004) observou os retalhos até o 14º. pós-operatório para assegurar a definição completa da área de necrose e de viabilidade do retalho. Acredita-se que a avaliação do retalho não é necessária após o 7º PO, pois nesta fase a área de necrose já está completamente estabelecida.

#### 5.2. VASCULARIZAÇÃO AMPLIADA ARTERIAL E VENOSA

Vascularização ampliada é o aumento da vascularização de um retalho, podendo ser uma veia adicional para a drenagem do retalho, vascularização venosa ampliada, ou o acréscimo de uma artéria nutridora, vascularização ampliada arterial, ou ainda pode-se utilizar tanto a veia quanto a artéria.

Realizou-se neste estudo procedimento de vascularização venosa ampliada, com a veia epigástrica inferior esquerda, baseado no argumento de que ocorreria maior congestão venosa nos retalhos perfurantes (WECHSELBERGER *et al.*, 2001).

A veia epigástrica superficial esquerda foi escolhida por se tratar do vaso mais distal ao pedículo. CHOW *et al.* (1993) já haviam determinado a importância da drenagem venosa adequada o mais distal possível do pedículo arterial.

SANO *et al.* (2003) já haviam descrito aumento da viabilidade do retalho TRAM em ratos submetidos à vascularização venosa ampliada.

HALLOCK E RICE (2005) publicaram estudo para a avaliação da vascularização venosa ampliada no modelo de retalho DIEP. Realizaram vascularização venosa ampliada com a veia epigástrica inferior esquerda, assim como no presente estudo. Obtiveram  $88,80 \pm 16,30\%$  de viabilidade no grupo do retalho perfurante  $99,80 \pm 0,4\%$  no grupo do retalho perfurante com vascularização venosa ampliada.

No presente estudo foram observados resultados semelhantes aos de HALLOCK e RICE (2005), com aumento da viabilidade do retalho perfurante da artéria epigástrica inferior profunda no grupo submetido à vascularização venosa ampliada.

### 5.3. FLUXO SANGÜÍNEO MEDIANTE FLUXOMETRIA POR *LASER-DOPPLER*

Fluxometria por *laser-doppler* é um método não-invasivo e simples de monitorização do fluxo sanguíneo em retalhos livres, e a variação de fluxo é útil para a determinação da evolução de retalhos, já que a viabilidade do retalho é diretamente correlacionada à presença de fluxo sanguíneo adequado.

HALLOCK *et al.* (2003) comparando retalhos TRAM e DIEP em ratos observaram que o fluxo sanguíneo era diretamente proporcional ao número de vasos perfurantes contidos no retalho.

Sabe-se que o valor de fluxo em números absolutos demonstra uma grande variabilidade, peculiar a cada animal. Valores de fluxo relativos são utilizados e têm maior importância para a comparação do que os absolutos. Estes números relativos são determinados através da divisão do fluxo pelo valor basal de fluxo (HALLOCK, 2001).

No presente estudo, valores de fluxo foram obtidos diariamente em cada zona de I a IV, em ml/min/100 g de tecido. Foram convertidos para valores relativos, ou seja, foram divididos pelo valor de fluxo basal, aquele obtido imediatamente após a incisão dos limites do retalho (HALLOCK e RICE, 1995).

Na análise diária da média dos valores de fluxo em cada zona do retalho foram observados valores superiores de fluxo no grupo experimento nas zonas II, III e IV. Entretanto a diferença foi estatisticamente significativa apenas na zona III no 4º PO e na zona IV no 3º e 5º PO. Na zona II não houve diferença entre os grupos. Por outro lado na zona I foram observados valores superiores de fluxo no grupo controle em relação ao grupo experimento, com valores estatisticamente significativos no 1º e 6º PO.

No presente estudo os valores médios de fluxo do grupo experimento foram superiores ao do grupo controle. Entretanto apenas no 3º PO e 4º PO foi evidenciada diferença estatisticamente significativa.

Possível explicação para as observações acima descritas seria a redistribuição no fluxo sanguíneo devido à revascularização a partir do leito receptor, levando a flutuação de fluxo sanguíneo no retalho. Este fato já havia sido observado em outros estudos e medidas para evitar este fenômeno foram descritas, os chamados métodos de barreira (silicone, polipropileno), que eram colocados entre o retalho e o leito receptor. No entanto, JONES *et al.* (2001) publicaram estudo que demonstrou que estes métodos de barreira além de evitar neovascularização a partir do leito receptor do retalho induziam vasoespasmo.

Devido ao pequeno calibre dos vasos perfurantes dissecados no presente estudo, nenhum destes métodos de barreira foi utilizado, uma vez que vasoespasmo poderia promover alteração no fluxo sanguíneo, levando alterações da necrose do retalho.

## 5.4. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO RETALHO

### 5.4.1. Planimetria Digital e Peso da Área de Necrose e Área Viável

A viabilidade do retalho foi avaliada através de planimetria digital e do peso. Utilizou-se a análise descrita por SANO *et al.* (2001) para a determinação da viabilidade do retalho através de planimetria digital. Encontramos viabilidade de

44,13% no grupo controle e 97,38% no grupo experimento, e esta diferença foi estatisticamente significativa ( $p=0,0006$ ).

OKSAR *et al.* (2001) encontraram viabilidade de 77,5% no grupo do retalho perfurante abdominal, em que foi utilizado apenas o segundo vaso perfurante da artéria epigástrica inferior profunda.

A diferença entre o resultado encontrado no presente estudo e a descrição inicial por OKSAR *et al.* (2001) pode ter relação com o método empregado para determinação da viabilidade utilizado pelos autores, que foi a planimetria bidimensional.

Na avaliação por peso encontrou-se viabilidade de 53,71% no grupo controle e 91,81% no grupo experimento, e esta diferença foi estatisticamente significativa ( $p=0,0043$ ). O método utilizado para a avaliação da viabilidade do retalho por peso foi aquele descrito por HALLOCK e RICE (1995). Em sua descrição do retalho perfurante epigástrico cranial, HALLOCK e RICE (2003) descreveram viabilidade total do retalho descrito, porém não realizaram grupo controle para comparação, tampouco descreveram método utilizado para determinação da viabilidade.

Observou-se padrão de necrose constante na porção mais contralateral ao pedículo, na zona IV, padrão já descrito por OKSAR *et al.* (2001) e HALLOCK *et al.* (2004).

Existem vários métodos para a avaliação da viabilidade de retalho. Os mais utilizados são a planimetria, a análise do peso da área de necrose e área viável e mais recentemente a planimetria digital. Embora vários métodos sejam utilizados para a determinação da viabilidade, não existe um método ideal, “padrão-ouro”. Utilizaram-se dois métodos de avaliação, a planimetria digital e a análise da viabilidade mediante peso da área de necrose e área viável, para comparar os resultados obtidos entre si e estabelecer o método mais adequado para a determinação da viabilidade.

Compararam-se os métodos dentro de cada grupo e encontramos no grupo controle 44,13% de viabilidade com a planimetria digital e 53,71% com o peso da área

de necrose e área viável. Os valores resultantes não foram estatisticamente significativos ( $p=0,5995$ ).

Da mesma forma compararam-se os métodos dentro do grupo controle, e encontramos 97,38% de viabilidade com a planimetria digital e 91,81% com o peso da área de necrose e área viável. Os valores resultantes não foram estatisticamente significativos ( $p=0,4175$ ).

Estes resultados sugerem que o método de avaliação da viabilidade mediante o peso da área de necrose e área viável, utilizado por HALLOCK e RICE (1995), embora seja mais simples e rápido, não possui a mesma precisão da planimetria digital.

## 5.5. PERSPECTIVAS FUTURAS

O modelo descrito de retalho perfurante da artéria epigástrica inferior profunda é facilmente reprodutível. Futuros estudos devem incluir a análise de substâncias que possam causar efeito semelhante àquele causado pela vascularização venosa ampliada no aumento da viabilidade do retalho perfurante.



## **6. CONCLUSÃO**

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- A viabilidade do retalho perfurante da artéria epigástrica inferior profunda em ratos é maior no grupo submetido à vascularização venosa ampliada, independentemente do método utilizado para avaliação.
- O grupo submetido à vascularização venosa ampliada apresentou valores superiores de fluxo nas zonas II, III e IV. Esta diferença foi estatisticamente significativa na zona III no 4º PO e na zona IV no 3º e 5º PO.

## **7. REFERÊNCIAS**

## REFERÊNCIAS

- AKAN, I. M.; YILDIRIM, S. e GIDEROGLU, K. Salvage of flaps with venous congestion. **Ann Plast Surg**, v.46, n.4, p.456, 2001.
- ALLEN, R.; DUPIN, C. e DELLACROCE, F. Perforator flaps in breast reconstruction. **Perspectives in Plastic Surgery**, v.14, n.2, p.37-54, 2000.
- ALLEN, R. J. e HEITLAND, A. S. Superficial inferior epigastric artery flap for breast reconstruction. **Semin Plast Surg**, v.16, n.1, p.35-43, 2002.
- ALLEN, R. J. e HEITLAND, A. S. Autogenous augmentation mammoplasty with microsurgical tissue transfer. **Plast Reconstr Surg**, v.112, n.1, p.91-100, 2003.
- ALLEN, R. J. e TREECE, P. Deep inferior epigastric perforator flap for breast reconstruction. **Ann Plast Surg**, v.32, n.1, p.32-8, 1994.
- ANGRIGIANI, C.; GRILLI, D. e SIEBERT, J. Latissimus dorsi musculocutaneous flap without muscle. **Plast Reconstr Surg**, v.96, n.7, p.1608-14, 1995.
- BLONDEEL, P. N. Discussion. **Plast Reconstr Surg**, v.116, n.1, p.104-105, 2005.
- BLONDEEL, P. N. e BOECKX, W. D. Refinements in free flap breast reconstruction: the free bilateral deep inferior epigastric perforator flap anastomosed to the internal mammary artery. **Br J Plast Surg**, v.47, n.7, p.495-501, 1994.
- BLONDEEL, P. N.; VAN LANDUYT, K.; HAMDI, M. e MONSTREY, S. J. Perforator flap terminology: update 2002. **Clin Plast Surg**, v.30, n.3, p.343-6, v, 2003a.
- BLONDEEL, P. N.; VAN LANDUYT, K. H.; MONSTREY, S. J.; HAMDI, M.; MATTON, G. E.; ALLEN, R. J.; DUPIN, C.; FELLER, A. M.; KOSHIMA, I.; KOSTAKOGLU, N. e WEI, F. C. The "Gent" consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. **Plast Reconstr Surg**, v.112, n.5, p.1378-83; quiz 1383, 1516; discussion 1384-7, 2003b.
- CARVALHO, E. N.; FERREIRA, L. M.; CARVALHO, N. A. S.; ABLA, L. E. F. e LIEBANO, R. E. Viability of a random dorsal skin flap, in diabetic rats. **Acta Cir Bras**, v.20, n.3, p.225-228, 2005.
- CHANG, H.; NOBUAKI, I.; MINABE, T. e NAKAJIMA, H. Comparison of three different supercharging procedures in a rat skin flap model. **Plast Reconstr Surg**, v.113, n.1, p.277-83, 2004.
- CHENG, M. H.; ROBLES, J. A.; GOZEL ULUSAL, B. e WEI, F. C. Reliability of zone IV in the deep inferior epigastric perforator flap: A single center's experience with 74 cases. **Breast**, 2005.
- CHEVRAY, P. M. Breast reconstruction with superficial inferior epigastric artery flaps: a prospective comparison with TRAM and DIEP flaps. **Plast Reconstr Surg**, v.114, n.5, p.1077-83; discussion 1084-5, 2004.
- CHIU, D. T.; HU, G.; WU, J.; RHEE, S.; ROGERS, L. e GORLICK, N. Extended rat-ear flap model: a new rodent model for studying the effects of vessel

supercharging on flap viability. **J Reconstr Microsurg**, v.18, n.6, p.503-8, 2002.

CHOW, S. P.; CHEN, D. Z. e GU, Y. D. The significance of venous drainage in free flap transfer. **Plast Reconstr Surg**, v.91, n.4, p.713-5, 1993.

COSKUNFIRAT, O. K.; ISLAMOGLU, K. e OZGENTAS, H. E. Posterior thigh perforator-based flap: a new experimental model in rats. **Ann Plast Surg**, v.48, n.3, p.286-91, 2002.

DUARTE, A. B.; JEZIOROWSKI, A.; RODRIGUES, E.; FORTE, M.; GRILLO, M.; FREITAS, R. e BITTENCOURT, R. C. Tram de vascularização ampliada: experiência de 32 casos. **ACM arq catar med**, v.29, n.supl 1, p.223-224, 2000.

ELY, P. B. e FERREIRA, L. M. Transverse rectus abdominis musculocutaneous flap (TRAM flap) - experimental model in rats. **Acta Cir Bras**, v.18, p.46-53, 2003.

GEDDES, C. R.; MORRIS, S. F. e NELIGAN, P. C. Perforator flaps: evolution, classification, and applications. **Ann Plast Surg**, v.50, n.1, p.90-9, 2003.

GILL, P. S.; HUNT, J. P.; GUERRA, A. B.; DELLACROCE, F. J.; SULLIVAN, S. K.; BORASKI, J.; METZINGER, S. E.; DUPIN, C. L. e ALLEN, R. J. A 10-year retrospective review of 758 DIEP flaps for breast reconstruction. **Plast Reconstr Surg**, v.113, n.4, p.1153-60, 2004.

GOMES, H. C.; CAMPOS, J. H. O.; FERREIRA, L. M. e KOBAYASHI, L. A. Experimental model to study the effect of nicotine in a random skin flap, in the rat. **Acta Cir Bras**, v.19, p.65-68, 2004.

HALLOCK, G. G. Critical threshold for tissue viability as determined by laser Doppler flowmetry. **Ann Plast Surg**, v.28, n.6, p.554-8, 1992.

HALLOCK, G. G. The rat TRAM flap: a human analogue? **Plast Reconstr Surg**, v.96, n.1, p.233-4, 1995.

HALLOCK, G. G. Physiological studies using laser Doppler flowmetry to compare blood flow to the zones of the free TRAM flap. **Ann Plast Surg**, v.47, n.3, p.229-33, 2001.

HALLOCK, G. G. Muscle perforator flaps: the name game. **Ann Plast Surg**, v.51, n.6, p.630-2, 2003.

HALLOCK, G. G. e ALTABELLI, J. A. Assessment of TRAM flap perfusion using laser Doppler flowmetry: an adjunct to microvascular augmentation. **Ann Plast Surg**, v.29, n.2, p.122-7, 1992.

HALLOCK, G. G. e RICE, D. C. Physiologic superiority of the anatomic dominant pedicle of the TRAM flap in a rat model. **Plast Reconstr Surg**, v.96, n.1, p.111-8, 1995.

HALLOCK, G. G. e RICE, D. C. Cranial epigastric perforator flap: a rat model of a true perforator flap. **Ann Plast Surg**, v.50, n.4, p.393-7, 2003.

HALLOCK, G. G. e RICE, D. C. Comparison of TRAM and DIEP flap physiology in a rat model. **Plast Reconstr Surg**, v.114, n.5, p.1179-84, 2004.

HALLOCK, G. G. e RICE, D. C. Efficacy of venous supercharging of the deep inferior epigastric perforator flap in a rat model. **Plast Reconstr Surg**, v.116, n.2, p.551-5; discussion 556, 2005.

HAMDI, M.; BLONDEEL, P.; VAN LANDUYT, K.; TONDU, T. e MONSTREY, S. Bilateral autogenous breast reconstruction using perforator free flaps: a single center's experience. **Plast Reconstr Surg**, v.114, n.1, p.83-9; discussion 90-2, 2004.

HAMDI, M.; VAN LANDUYT, K.; MONSTREY, S. e BLONDEEL, P. A clinical experience with perforator flaps in the coverage of extensive defects of the upper extremity. **Plast Reconstr Surg**, v.113, n.4, p.1175-83, 2004.

HARTRAMPF, C. R.; SCHEFLAN, M. e BLACK, P. W. Breast reconstruction with a transverse abdominal island flap. **Plast Reconstr Surg**, v.69, n.2, p.216-25, 1982.

ITOH, Y. e ARAI, K. The deep inferior epigastric artery free skin flap: anatomic study and clinical application. **Plast Reconstr Surg**, v.91, n.5, p.853-63; discussion 864, 1993.

JEZIOROWSKI, A. **Retalho TRAM de vascularização ampliada após abdominoplastia: estudo experimental em ratos.** Curitiba, 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Pós Graduação em Princípios da Cirurgia, Faculdade Evangélica do Paraná.

JONES, M.; ZHANG, F.; BLAIN, B.; GUO, M.; CUI, D.; DORSETT-MARTIN, W. e LINEAWEAVER, W. C. Influence of recipient-bed isolation on survival rates of skin-flap transfer in rats. **J Reconstr Microsurg**, v.17, n.8, p.653-8; discussion 659, 2001.

KOSHIMA, I.; NANBA, Y.; TSUTSUI, T.; TAKAHASHI, Y. e ITOH, S. Perforator flaps in lower extremity reconstruction. **Handchir Mikrochir Plast Chir**, v.34, n.4, p.251-6, 2002.

KOSHIMA, I. e SOEDA, S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. **Br J Plast Surg**, v.42, n.6, p.645-8, 1989.

KROLL, S. S. Fat necrosis in free transverse rectus abdominis myocutaneous and deep inferior epigastric perforator flaps. **Plast Reconstr Surg**, v.106, n.3, p.576-83, 2000.

KROLL, S. S. e ROSENFELD, L. Perforator-based flaps for low posterior midline defects. **Plast Reconstr Surg**, v.81, n.4, p.561-6, 1988.

LEE, S. J.; LIM, J.; TAN, W. T.; BALIARSING, A.; IAU, P. T.; TAN, L. K. e LIM, T. C. Changes in the local morphology of the rectus abdominis muscle following the DIEP flap: an ultrasonographic study. **Br J Plast Surg**, v.57, n.5, p.398-405, 2004.

MARKS, N. J.; TRACHY, R. E. e CUMMINGS, C. W. Dynamic variations in blood flow as measured by laser Doppler velocimetry: a study in rat skin flaps. **Plast Reconstr Surg**, v.73, n.5, p.804-10, 1984.

MATHES, S. J. e NAHAI, F. Classification of the vascular anatomy of muscles: experimental and clinical correlation. **Plast Reconstr Surg**, v.67, n.2, p.177-87,

1981.

MEHRARA, B. J.; SANTORO, T.; SMITH, A.; ARCILLA, E. A.; WATSON, J. P.; SHAW, W. W. e DA LIO, A. L. Alternative venous outflow vessels in microvascular breast reconstruction. **Plast Reconstr Surg**, v.112, n.2, p.448-55, 2003.

MILES, D. A.; CROSBY, N. L. e CLAPSON, J. B. The role of the venous system in the abdominal flap of the rat. **Plast Reconstr Surg**, v.99, n.7, p.2030-3, 1997.

MUNHOZ, A. M.; ISHIDA, L. H.; MONTAG, E.; STURTZ, G. P.; SAITO, F. L.; RODRIGUES, L.; GEMPERLI, R. e FERREIRA, M. C. Perforator flap breast reconstruction using internal mammary perforator branches as a recipient site: an anatomical and clinical analysis. **Plast Reconstr Surg**, v.114, n.1, p.62-8, 2004.

NAHABEDIAN, M. Y.; DOOLEY, W.; SINGH, N. e MANSON, P. N. Contour abnormalities of the abdomen after breast reconstruction with abdominal flaps: the role of muscle preservation. **Plast Reconstr Surg**, v.109, n.1, p.91-101, 2002.

NAHABEDIAN, M. Y. e MANSON, P. N. Contour abnormalities of the abdomen after transverse rectus abdominis muscle flap breast reconstruction: a multifactorial analysis. **Plast Reconstr Surg**, v.109, n.1, p.81-7; discussion 88-90, 2002.

NAHABEDIAN, M. Y.; MOMEN, B.; GALDINO, G. e MANSON, P. N. Breast Reconstruction with the free TRAM or DIEP flap: patient selection, choice of flap, and outcome. **Plast Reconstr Surg**, v.110, n.2, p.466-75; discussion 476-7, 2002.

OKSAR, H. S.; COSKUNFIRAT, O. K. e OZGENTAS, H. E. Perforator-based flap in rats: a new experimental model. **Plast Reconstr Surg**, v.108, n.1, p.125-31, 2001.

OZKAN, O.; COSKUNFIRAT, O. K. e OZGENTAS, H. E. A new experimental flap model: free muscle perforator flap. **Ann Plast Surg**, v.51, n.6, p.603-6, 2003.

PACE, D. T. **Efeito de substâncias antioxidantes (Vitamina C, Vitamina E e Ginkgo biloba) na viabilidade de retalho cutâneo dorsal em ratos**. Curitiba, 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Cirúrgica) - Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná.

PERNIA, L. R.; MILLER, H. L.; SALTZ, R. e VASCONEZ, L. O. "Supercharging" the rectus abdominis muscle to provide a single flap for cover of large mediastinal wound defects. **Br J Plast Surg**, v.44, n.4, p.243-6, 1991.

PETRY, J. J. e WORTHAM, K. A. The anatomy of the epigastric flap in the experimental rat. **Plast Reconstr Surg**, v.74, n.3, p.410-3, 1984.

ROBERTS, A. P.; COHEN, J. I. e COOK, T. A. The rat ventral island flap: a comparison of the effects of reduction in arterial inflow and venous outflow. **Plast Reconstr Surg**, v.97, n.3, p.610-5, 1996.

SANO, K.; HALLOCK, G. G. e RICE, D. C. The relative importance of the deep and superficial vascular systems for delay of the transverse rectus abdominis musculocutaneous flap as demonstrated in a rat model. **Plast Reconstr Surg**, v.109, n.3, p.1052-7; discussion 1058-9, 2002.

SANO, K.; HALLOCK, G. G. e RICE, D. C. Venous "supercharging" augments

survival of the delayed rat TRAM flap. **Ann Plast Surg**, v.51, n.4, p.398-402, 2003.

SANO, K.; HALLOCK, G. G.; WASSER, T. E.; ROBSON, P. A. e RICE, D. C. Comparison of a new method for computer analysis with standard techniques for measuring survival rates in the rat transverse rectus abdominis musculocutaneous flap. **Ann Plast Surg**, v.47, n.6, p.647-51, 2001.

TAYLOR, G. I. e MINABE, T. The angiosomes of the mammals and other vertebrates. **Plast Reconstr Surg**, v.89, n.2, p.181-215, 1992.

TUTOR, E. G.; AUBA, C.; BENITO, A.; RABAGO, G. e KREUTLER, W. Easy venous superdrainage in DIEP flap breast reconstruction through the intercostal branch. **J Reconstr Microsurg**, v.18, n.7, p.595-8, 2002.

UROSKIE, T. W. e COLEN, L. B. History of breast reconstruction. **Semin Plast Surg**, v.18, n.2, p.65-59, 2004.

VAN LANDUYT, K.; HAMDI, M.; BLONDEEL, P. e MONSTREY, S. The compound thoracodorsal perforator flap in the treatment of combined soft-tissue defects of sole and dorsum of the foot. **Br J Plast Surg**, v.58, n.3, p.371-8, 2005.

VAN LANDUYT, K.; HAMDI, M.; BLONDEEL, P.; TONNARD, P.; VERPAELE, A. e MONSTREY, S. Free perforator flaps in children. **Plast Reconstr Surg**, v.116, n.1, p.159-69, 2005.

WECHSELBERGER, G.; SCHOELLER, T.; BAUER, T.; NINKOVIC, M. e OTTO, A. Venous superdrainage in deep inferior epigastric perforator flap breast reconstruction. **Plast Reconstr Surg**, v.108, n.1, p.162-6, 2001.

WEI, F. C.; JAIN, V.; SUOMINEN, S. e CHEN, H. C. Confusion among perforator flaps: what is a true perforator flap? **Plast Reconstr Surg**, v.107, n.3, p.874-6, 2001.

YUEN, J. C. e FENG, Z. Monitoring free flaps using the laser Doppler flowmeter: five-year experience. **Plast Reconstr Surg**, v.105, n.1, p.55-61, 2000.





## TABELAS

**TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO PARA RATOS NUVILAB CR1® (NUVITAL)**

Composição básica do produto

Carbonato de cálcio, farelo de milho, farelo de soja, farelo de trigo, fosfato bicálcico, cloreto de sódio, premix mineral vitamínico, aminoácido

Umidade (máxima) 12,50%

Proteína bruta (mínima) 22%

Cálcio (máximo) 1,40%

Fósforo (mínimo) 0,80%

Vitaminas

A, D3, E, K3, B1, B2, B6, B12, niacina, ácido pantotênico, ácido fólico, biotina, colina

Microelementos

Ferro, zinco, cobre, iodo, manganês, selênio, cobalto

**TABELA 2 – PESO DOS ANIMAIS (g)**

Controle (n=8)		Experimento (n=8)		p
Media	EP	Média	EP	
292,62	9,74	286,63	16,51	1,0000

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.

**TABELA 3 - VALORES MÉDIOS DE FLUXO POR ZONA – CONTROLE VS EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL)**

	Controle (n=8)		Experimento (n=8)		p
	Média	EP	Média	EP	
<b>Zona I</b>	103,44	8,09	84,70	7,98	0,114
<b>Zona II</b>	109,18	6,99	113,67	26,89	0,401
<b>Zona III</b>	89,15	11,11	106,79	15,93	0,599
<b>Zona IV</b>	104,43	11,50	124,90	23,17	1

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.

TABELA 4 – VALORES DE FLUXO NO GRUPO CONTROLE EM ml/min/100g DE TECIDO

A		DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7
1	ZONA 1	62	57	34	15,8	61	67	15,8	58
	ZONA 2	57	51,4	51	39,2	72	72	39,2	38,9
	ZONA 3	66	7,9	50	21,6	45,3	63	21,6	22
	ZONA 4	59	20,7	36,3	26,2	53	45,7	26,2	34,4
2	ZONA 1	75,6	37	57	43,2	37,5	86	57	74
	ZONA 2	81,2	49,5	73	57	33,9	71	73	71
	ZONA 3	110	31,7	64	53	40,8	57	64	62
	ZONA 4	107,3	62	78	64	55	85	78	83
3	ZONA 1	40,8	36	73	24,2	44,7	51	73	66
	ZONA 2	49	52,2	68	56	69	68	68	59
	ZONA 3	44,4	68	59	37	63	33,5	59	47,4
	ZONA 4	37,6	71	73	22,1	58	28	73	42,3
4	ZONA 1	42,7	61	69	38,3	44,1	35,1	44,1	41,2
	ZONA 2	35,8	56	74	43,9	13,2	54	13,2	16,7
	ZONA 3	39	55	76	20,7	29,5	45	29,5	25,1
	ZONA 4	45,2	67	84	30,4	62	34,2	62	31
5	ZONA 1	42,7	61	69	38,3	44,1	35,1	57	41,2
	ZONA 2	35,8	56	74	43,9	13,2	54	73	16,7
	ZONA 3	39	55	76	20,7	29,5	45	64	25,1
	ZONA 4	45,2	67	84	30,4	62	34,2	78	31
6	ZONA 1	62	57	34	15,8	61	67	37	58
	ZONA 2	57	51,4	51	39,2	72	72	49,5	38,9
	ZONA 3	66	7,9	50	21,6	45,3	63	31,7	22
	ZONA 4	59	20,7	36,3	26,2	53	45,7	62	34,4
7	ZONA 1	42,7	61	69	38,3	44,1	35,1	44,1	41,2
	ZONA 2	35,8	56	74	43,9	13,2	54	13,2	16,7
	ZONA 3	39	55	76	20,7	29,5	45	29,5	25,1
	ZONA 4	45,2	67	84	30,4	62	34,2	62	31
8	ZONA 1	40,8	36	73	24,2	44,7	51	73	66
	ZONA 2	49	52,2	68	56	69	68	68	59
	ZONA 3	44,4	68	59	37	63	33,5	59	47,4
	ZONA 4	37,6	71	73	22,1	58	28	73	42,3

Nota: A- animal

TABELA 5 – VALORES DE FLUXO NO GRUPO EXPERIMENTO EM ml/min/100g DE TECIDO

<b>A</b>		<b>DIA 0</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>
1	ZONA 1	82	39,3	39,3	64	47	57	61	55
	ZONA 2	70	31,5	31,5	54	58	70	72	76
	ZONA 3	47,6	36,4	36,4	43,5	61	84	21,6	49,2
	ZONA 4	61	47	47	61	56	87	64	42,1
2	ZONA 1	38,4	27,3	27,3	95	58	44,2	17,8	52
	ZONA 2	115	47,2	47,2	37,5	72	36,6	25,6	79
	ZONA 3	102	50,5	50,5	29,1	78	41,7	23,6	46,1
	ZONA 4	75	54	54	47,2	105	34,8	34,5	74
3	ZONA 1	80	33,5	33,5	18,5	41,8	83	78	39,5
	ZONA 2	21,7	45,6	45,6	55	51	76	114	56
	ZONA 3	60,1	52	52	81	45,6	61	85	64
	ZONA 4	64	64	64	67	41,9	71	98	38,5
4	ZONA 1	57	46,5	56	30,9	71	23,5	30,9	54
	ZONA 2	54	42,7	75	62	72	43,8	62	55
	ZONA 3	51	58	72	63	68	59	63	22,2
	ZONA 4	64	55	80	74	82	61	74	24,7
5	ZONA 1	56	45,3	85	65,2	46	45,8	65,2	76
	ZONA 2	48	41,4	83	68	65	38,5	68	68
	ZONA 3	41,8	39,9	64	74,1	64	39	74,1	38,8
	ZONA 4	50	53	92	52	67	62	52	31
6	ZONA 1	60	69	78	40,8	36,7	71	40,8	68
	ZONA 2	71	71	69	51,6	75	94	51,6	33,5
	ZONA 3	28	73	77	12,8	81	78	12,8	41,3
	ZONA 4	21	95	54	58	77	25,5	58	47
7	ZONA 1	57	39,7	78	37,6	72	56	37,6	29,8
	ZONA 2	70	44,9	67	69	63	63	69	39,2
	ZONA 3	80	45,3	45,7	31,2	80	59	31,2	38,8
	ZONA 4	39,1	66	83	40,6	57,1	38,9	40,6	36,7
8	ZONA 1	82	39,3	46,5	64	47	57	61	55
	ZONA 2	70	31,5	42,7	54	58	70	72	76
	ZONA 3	47,6	36,4	58	43,5	61	84	21,6	49,2
	ZONA 4	61	47	55	61	56	87	64	42,1

Nota: A- animal

TABELA 6 - MÉDIA DE FLUXO NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO (ml/min/100g DE TECIDO)

<b>Dia</b>	<b>Controle (n=8)</b>		<b>Experimento (n=8)</b>		<b>P</b>
	<b>Média</b>	<b>EP</b>	<b>Média</b>	<b>EP</b>	
<b>0</b>	52,93	3,34	60,17	3,65	0,1049
<b>1</b>	50,80	3,07	49,01	2,55	0,5054
<b>2</b>	64,68	2,63	59,04	3,11	0,7984
<b>3</b>	34,42	2,33	53,32	3,20	0,0011
<b>4</b>	48,30	2,98	62,94	2,60	0,0379
<b>5</b>	51,88	2,93	59,45	3,40	0,2786
<b>6</b>	52,21	3,63	54,52	4,31	0,6126
<b>7</b>	42,75	3,22	49,93	2,82	0,2345

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.

TABELA 7 – MÉDIA DE FLUXO NA ZONA I A CADA DIA - CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL)

	<b>Controle (n=8)</b>		<b>Experimento (n=8)</b>		<b>P</b>
	<b>Média</b>	<b>EP</b>	<b>Média</b>	<b>EP</b>	
<b>dia 1</b>	104,73	12,21	69,49	8,50	0,0175
<b>dia 2</b>	128,46	19,84	91,81	15,36	0,102
<b>dia 3</b>	61,97	9,45	91,40	24,11	0,5615
<b>dia 4</b>	96,91	6,92	89,01	13,82	0,7918
<b>dia 5</b>	103,31	6,59	87,18	9,37	0,1541
<b>dia 6</b>	116,41	15,63	74,65	8,02	0,031
<b>dia 7</b>	112,24	10,82	89,38	12,56	0,2247

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.

TABELA 8 – MÉDIA DE FLUXO NA ZONA II A CADA DIA - CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL)

	<b>Controle (n=8)</b>		<b>Experimento (n=8)</b>		<b>P</b>
	<b>Média</b>	<b>EP</b>	<b>Média</b>	<b>EP</b>	
<b>dia 1</b>	115,46	12,98	83,83	19,58	0,0647
<b>dia 2</b>	145,81	19,22	107,74	21,76	0,4289
<b>dia 3</b>	100,52	9,24	108,51	23,63	0,9579
<b>dia 4</b>	85,83	18,16	115,97	19,21	0,4285
<b>dia 5</b>	133,77	7,54	120,72	34,26	0,0647
<b>dia 6</b>	107,28	19,96	147,63	55,34	0,9580
<b>dia 7</b>	75,58	11,00	111,33	23,74	0,1870

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.

TABELA 9 – MÉDIA DE FLUXO NA ZONA III A CADA DIA - CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL)

	Controle (n=8)		Experimento (n=8)		P
	Média	EP	Média	EP	
<b>dia 1</b>	97,77	23,61	101,94	23,80	0,7918
<b>dia 2</b>	132,51	20,54	120,09	25,88	0,6350
<b>dia 3</b>	54,94	6,88	91,45	18,45	0,2247
<b>dia 4</b>	85,63	13,07	135,55	24,04	0,0395
<b>dia 5</b>	92,47	8,26	132,08	26,67	0,3696
<b>dia 6</b>	94,50	15,03	80,10	20,54	0,2261
<b>dia 7</b>	66,20	9,96	86,34	13,18	0,5615

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.

TABELA 10 – MÉDIA DE FLUXO NA ZONA IV A CADA DIA - CONTROLE VS. EXPERIMENTO (EM PORCENTAGEM DO VALOR DE FLUXO BASAL).

	Controle (n=8)		Experimento (n=8)		P
	Média	EP	Média	EP	
<b>dia 1</b>	118,79	23,20	142,40	45,63	1,0000
<b>dia 2</b>	142,70	22,74	139,70	24,56	0,9579
<b>dia 3</b>	58,47	3,35	120,91	22,84	0,0026
<b>dia 4</b>	118,87	13,21	145,49	33,15	0,9579
<b>dia 5</b>	76,26	0,58	110,35	11,04	0,0131
<b>dia 6</b>	137,85	15,46	126,08	23,78	0,4299
<b>dia 7</b>	78,09	7,82	89,39	20,35	0,8742

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.

TABELA 11 - VIABILIDADE NOS GRUPOS CONTROLE E EXPERIMENTO DETERMINADA POR PLANIMETRIA DIGITAL E PESO ÁREA DE NECROSE E ÁREA VIÁVEL.

	Controle (n=8)		Experimento (n=8)		p
	Média	EP	Média	EP	
<b>Planimetria Digital</b>	44,13	4,83	97,38	1,32	0,0006
<b>Peso</b>	53,71	8,99	91,81	4,33	0,0043

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.

TABELA 12 – GRUPO CONTROLE E EXPERIMENTO – COMPARAÇÃO DE MÉTODOS (PLANIMETRIA DIGITAL E PESO DA ÁREA DE NECROSE E ÁREA VIÁVEL)

	Planimetria Digital		Peso		p
	Média	EP	Média	EP	
<b>Controle (n=8)</b>	44,13	4,84	53,71	8,99	0,5995
<b>Experimento (n=8)</b>	97,38	1,32	91,81	4,34	0,4175

NOTA: n – nº de animais, EP – erro padrão, p – nível de significância estatística.